

This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + Refrain from automated querying Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

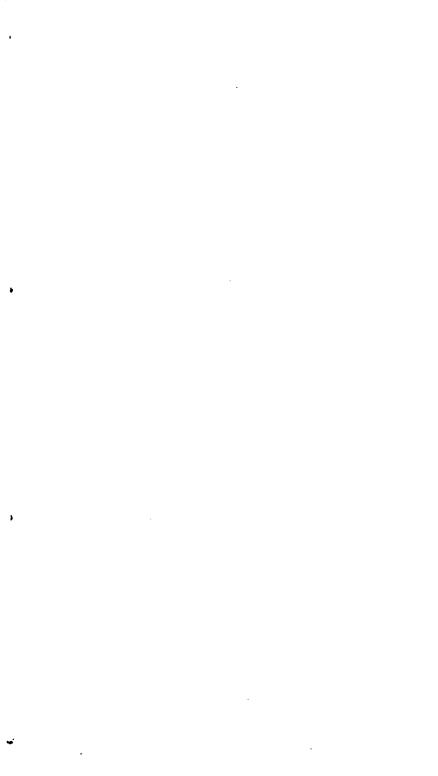
Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + Beibehaltung von Google-Markenelementen Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter http://books.google.com/durchsuchen.











Johann Samuel Traugott Gehler's

Physikalisches

Wörterbuch

neu bearbeitet

von

Brandes. Gmelin. Horner. Muncke. Pfaff.

Vierter Band.

Zweite Abtheilung.

(j.

Mit Kupfertafeln X bis XVIII.

Leipzig, bei E. B. Schwickert. 1828. S'38,25

;

Physikalisches Wörterbuch

IV. Band.

Zweite Abtheilung.

G.



Gährung.

Permentatio; fermentation; fermentation. Gährung im weitesten Sinne versteht man die S. 3. dieses Bandes beschriebene Selbstentmischung der organischen Materien überhaupt, welshalb die Fäulniss bisweilen faulige Gährung ge-Gährung im engeren Sinne jedoch begreift nur diejenigen Arten der freiwilligen Zersetzung, bei welchen einige vorzüglich nutzbare Producte hervorgehen. Hierher rechnet man 1. die weinige oder geistige Gahrung, bei welcher verschiedene in einer wässerigen Lösung befindliche Arten von Zucker bei Gegenwart von einer kleberartigen Materie, dem Ghrungsstoffe, und bei einer Temperatur von 10 bis 20° C. veranlasst werden, sich in Kohlensäure, die sich als Gas entwickelt, und im Weingeist, welcher größtentheils in der Flüssigkeit bleibt, zu zersetzen. Auch die Brodgährung ist hierher zu zählen. 2. Die saure, oder Essig-Gährung, mittelst welcher der mit Wasser verdünnte Weingeist, bei Gegenwart eines ähnlichen Gährungsstoffs bei Zutritt von Luft und bei einer Wärme von 15 his 30°C. unter Absorption von Sauerstoffges und Entwickelung von Kohlensäure in Essigsäure verwan-3. Unter Zucker - Gährung kann man die, ohne Kohlensäurebildung erfolgende Umwandlung von Stärkemehl in Zucker verstehen, welche bei der Darstellung des Biers und Fruchtbrannteweins der weinigen Gährung vorausgeht.

Galaktometer.

Minder richtig Lactometer, Milchmesser (von γάλα, alt γάλαξ Milch und μέτρον Mass), ein einsaches Werkzeug, um die Güte oder den Feugehalt der Milch zu messen. Es besteht aus einigen Röhren (oder nach Johnson nur aus einer Röhre auf einem Piedestal 1,5 bis 2 Z. weit und 11 Z. hoch,

¹ Ann. of Phil. X. 304.

welche am untern Ende verschlossen und neben einander in ein Bret gestellt werden. In der Höhe von 10 Z. sind herabwärts 3 Z. von 0 anfangend in Zehntel-Zolle getheilt, so dass also jede, auf das Glas geätzte oder geschnittene Abtheilung 0,01 Z. begreist. In diesen Röhren werden die verschiedenen zu prüsenden Milchsorten frisch und bei gleicher Temperatur gegossen, so dass sie bis 0 reichen, und ruhig stehen gelassen, worauf sich die Fettigkeit absondert, und die Abtheilung, bis zu welcher dieselbe reicht, giebt die Procente derselben in der Milch an¹. Der Apparat ist kein eigentlich physikalischer, und mag daher hier nur deswegen kurz erwähnt werden, weil seine Construction auf das hydrostatische Gesetz des Standes ungleich schwerer Flüssigkeiten gegründet ist.

Galvanismus.

Galvanismus; Galvanisme; Galvanism. Unter Galvanismus im weitesten Sinne des Wortes versteht man den Inbegriff aller Erscheinungen, welche von der Erregung der Elektricität durch blosse wechselseitige Berührung der Korper unter sich bei mannigfaltig möglicher Abanderung ihrer Aneinanderreihung abhängen, und sich auf diese Erregung theils als Bedingungen und Ursachen, theils als Folgen beziehen. Nach Verschiedenheit der Eigenschaften und Kräfte der Körper, welche theils zur Erregung der E. durch blosse Berührung beitragen, theils mit der auf diese Weise (galvanisch) erregten E. in Wechselwirkung treten, so wie nach der verschiedenen Art der Aneinanderreihung der Körper, sind diese Erscheinungen höchst mannigfaltig, und umfassen das ganze Gebiet der Natur. besondere sind alle Modificationen der elektrischen und magnetischen Erscheinungen, die ganze Mannigfaltigkeit des chemischen Processes, und die Lebensthätigkeit erregbarer Ofgane in diesen Kreis mit eingeschlossen.

In ihrem ersten Auftreten bezeichnete man diese Erscheinungen mit dem Namen der thierischen und animalischen Elektricität (da man die zuerst bekannt gewordenen irriger Weise von einer dem Thiere eigenthümlichen E. ableitete) oder auch der metallischen Elektricität, ein unpassender Ausdruck, da

¹ Journ. of Sc. and the Arts. III. 393.

auch ohne alle Mitwirkung von Metallen diese Erscheinungen hervorgerufen werden können. Angemessener werden sie durch die Benennung: Erscheinungen der Berührungs - oder Contact - Elektricität bezeichnet. Die Erscheinungen des venstärkten Galvanismus oder der mehrfachen Kette haben manche, da ihre Entdeckung das Verdienst des berühmten VOLTA, so wie die der einfachen Kette des Italieners ALOYSIUS (Ludwig) GALVANI ist, nach dessen Namen die Hauptbenennung geformt ist, durch den Ausdruck Voltaismus unterschieden, so wie man dann auch die Ansdrücke von Galvanischer oder Volta'scher Elektricität zur Bezeichnung jener durch blosse Berührung erregten E. gebraucht hat, besonders in einem Zeitpuncte, in welchem die Ueberzeugung von der Identität derselben mit der gewöhnlichen Elektricität noch nicht allgemein war, und selbst ein galvanisches Fluidum als ein ganz eigenthumliches noch seine Rolle spielte. Das Adjectivum galvanisch ist auf ähnliche Weise zur Bezeichnung gewisser Hauptverhältnisse, die hier in Betracht kommen, benutzt worden. So versteht man unter gal anischer Action die Thätigkeit der durch blosse Berührung der Körper unter sich erregten E. mit allen ihren mannigfaltig modificirten Folgen; unter galvanischem Reize, der auch wohl uneigentlich Metallreiz genannt wurde, die Einwirkung der galvanischen Action auf erregbare Individuen und ihre Organe, welche davon nach vitalen Gesetzen assicirt werden, und durch galvanisiren! bezeichnet man endlich das in Thätigkeit setzen der E. auf jene eigenthümliche Weise zur Hervorbringung der mannigfaltigen Erscheinungen, die davon abhängen, besonders zur Reizung erregbare Organe.

Eine große Classe von galvanischen Erscheinungen, nämlich die magnetischen, welche durch die galvanisch erregte E.
hervorgebracht werden, ist bereits unter dem Artikel Elektromagnetismus abgehandelt worden. Demungeachtet bleibt
noch eine außerordentliche Masse von interessanten Thatsachen
übrig. Ich hoffe am besten für die Uebersicht und Deutlichkeit
gesorgt zu haben, wenn ich erst eine kurze historische Uebersicht der Entdeckungen vorausschicke, dann sowohl die Erscheinungen des einfachen als des verstärkten Galvanismus in
systematischer Hinsicht abhandle, und am Ende die wichtig-

¹ S. Bd. III. S. 472.

sten Theorien dieser Erscheinungen darstelle und kritisch priife. Um jedoch diesen Artikel nicht zu sehr zu überladen, werde ich der umständlichen Beschreibung der Apparate, durch welche der verstärkte Galvanismus erhalten wird, so wie der von ihnen abhängigen Erscheinungen einen eigenen Artikel: Säule, Volta'sche, widmen.

Geschichte des Galvanismus.

So mannigfaltig auch die galvanischen Erscheinungen sind, und so vielfach sie immerfort im stillen Haushalte der Natur vor sich gehen, so blieben sie doch den Naturforschern bis auf die nenesten Zeiten verborgen, vorzüglich darum, weil sie unter den gewöhnlich im Naturlaufe vorkommenden Bedingungen nur durch ihr Product in längerer Zeit auffallend werden, und dieses Product an und für sich von denjenigen nicht verschieden ist, welche man von bereits bekannten, vorzüglich chemischen, Kraften abzuleiten gewohnt war. Die erste im engern Sinne galvanische Erscheinung die aus den bekannten Eigenschaften der Körper nicht zu erklaren, und eben darum geeignet war, die Naturforscher auf die Spur dieser großen Naturthätigkeit zu leiten, findet sich von J. G. Sulzen angeführt. stützung einer von ihm in seiner Theorie der angenehmen und unangenehmen Empfindungen 1 aufgestellten Hypothese, dass auch die Geruchs - und Geschmacks - Nerven, um ihre Empfindungen zu erhalten, durch eine Folge von Schlägen (pulsations) afficirt werden, findet sich in einer Anmerkung zu S. 82. folgende merkwürdige Stelle: "diese Hypothese scheint durch eine ganz merkwürdige Erfahrung bestätigt zu werden. Wenn man zwei Stück Metall, ein bleiernes und ein sithernes, so mit einander vereinigt, dass ihre Ränder eine Fläche ausmachen und man bringt sie an die Zunge, so wird man einen gewissen Geschmack daran merken, der dem Geschmacke des Eisenvitriols ziemlich nahe kommt, da doch jedes Stück be-

¹ Diese Abh. ist in den Mem. de Berlin 1760 in franz. Sprache abgedruckt, aber auch unter obigem Titel in einer deutschen Uebersetzung erschienen. Berlin 1762. Vergl. Dessen vermischte Schriften zur Beförderung der schönen Wissenschaften und freien Künste 5ter Band und Göttinger Taschenkalender für 1794. S. 186, wo diese Stelle zuerst der Vergessenheit entrissen worden ist.

sonders nicht die geringste Spur von diesem Geschmacke hat. Nun ist es nicht wahrscheinlich, dass bei dieser Vereinigung der beiden Metalle von dem einen oder andern eine Austösung vorgehe, und die aufgelösten Theile in die Zunge eindringen. Man muss also schließen, dass die Vereinigung dieser Metalle in einem von beiden oder in allen beiden eine zitternde Bewegung in ihren Theilchen verursache, und dass diese zitternde Bewegung, welche nothwendig die Nerven der Zunge rege machen muss, oberwähnten Geschmack hervorbringe." Indess blieb dieser merkwürdige galvanische Geschmacksversuch, den Volta einige 30 Jahre später wieder anstellte und in seine gehörige Verknüpfung brachte, so wie der interessante Wink Sulzen's ganz unbeachtet.

In der ersten Periode der galvanischen Entdeckungen hat man auch eine sonderbare Erfahrung des berühmten Arztes und Professors der Anatomie zu Neapel Dn. Cotugni hierher ziehen wollen, welche derselbe in einem Briefe vom 3. Oct. 1784 dem Ritter VINENZIO mitgetheilt hatte 1. Es hatte derselbe eine bleine Hausmaus mit dem Daumen und Zeigefinger an der Rückenhaut angefalst und mit dem Unterleibe aufwärts gehalten, um sie lebendig zu anatomiren. Kaum war ein Theil der Haut durchschnitten, als die Maus den Schwanz heftig gegen seinen dritten Finger bewegte, und ihm einen Stols durch den ganzen Arm mit einem innern Zittern, Schmerz in der Schulter und Erschütterung des Kopfes beibrachte. Dieser Krampf hielt über eine Viertelstunde an und der Beobachter gesteht, dass schon die Erinnerung daran ihm Abscheu erwecke. isolirte Erfahrung bleibt immer schwierig zu erklären. würde sich am unmittelbarsten an die Erscheinungen der el. Fische anschließen, wenn sonstige Erfahrungen etwas Aehnliches in der Classe der höheren Thieren nachgewiesen hätten. lmmerhin wäre es möglich, dass die von Todesangst ergriffene Maus ihren Schwanz mit soloher Heftigkeit (Geschwindigkeit) gegen die Finger des Beobachters bewegte, dass die blosse mechanische Einwirkung, die vielleicht zufalliger Weise auf einen einzelnen Nervenzweig unmittelbar traf (wie dieses öfters bei dem Anstolsen mit dem Ellbogen eine so unangenehme

¹ Goth. Magazin für das Neueste aus der Physiku. s. w. VIII. Bd. Stes St. S. 121.

Empfindung hervorbringt) verbunden mit dem Unerwarteten, solche Wirkungen hervorzubringen im Stande war. Auf jeden Fall hat eine eigentlich galvanische Action keinen Theil daran gehabt.

Erst im Jahre 1790 bot ein günstiger Zufall die interessante Entdeckung, die die Wurzel dieser ganzen Lehre wurde, dem Italiener Ludwig Galvani, Professor der Anatomie zu Bologna dar, wie er selbst in der Schrift erzählt, in welcher er seine dadurch veranlassten Versuche und Folgerungen bekannt machte 1. Eines Abends, als GALVANI in Gesellschaft einiger Freunde sich auf seinem Zimmer mit Versuchen beschäftigte, wollte es der Zufall, dass mehrere enthäutete Frösche (die nach ALIBERT 2 eigentlich zu Brühen für Galvani's kranke Gattin bestimmt waren) auf einem Tische lagen, wo zugleich eine Elektrisirmaschine sich befand. Ohne etwas dadurch zu beabsichtigen, brachte ein Gehülse die Spitze des Scalpells an die Crural - Nerven eines solchen Frosches, und sah mit Erstaunen, dass in demselben Augenblicke die Schenkelmuskeln sich convulsivisch zusammenzogen. Ein anderer (oder wie ALIBERT und Sue 3 nach genauen Privatnachrichten angeben, GALVANI's eigene Gattin, worauf auch ein zu Ehren dieser Entdeckung verfertigtes italienisches Sonnett hinweist) glaubte zu bemerken, dass diese Zuckungen nur dann erfolgten, wenn in demselben Augenblicke aus dem vom Frosche ziemlich entfernten Conductor der Elektrisir - Maschine ein Funke ausgezogen wurde. Man (oder nach . ALIBERT, GALVANI'S Gattin) eilte die seltsame Erscheinung GALVANI (ihrem Gatten); der so eben das Zimmer verlassen hatte, zu hinterbringen. Er fand durch wiederholte Versuche diese Abhängigkeit der Zuckungen bei Berührung der Crural-Nerven mit der Messerspitze von dem Ausziehen des Funkens aus dem Conductor vollkommen bestätigt. Wäre GALVANI damals mit den Gesetzen des el. Einflusses oder der Atmosphären-Wirkung und der Kraft der el. Strömung als eins der wirksamsten

¹ A. Galvani de viribus el. in motu musculari commentarius. In Comm. Acad. Bononieusis VII. vom Jahre 1791, wieder gedruckt in einer Schrift seines Nessen Aldini Aloysi Galvani etc. Cum Joannis Aldini Dissertatione et notis. Mutinae 1792.

² Éloge historique de Louis Galvani par J. L. ALIBERT p. 37.

³ Geschichte des Galvanismus nach Sun bearbeitet von Dr. J. C. L. Reinhold. Leipzig 1803. S. 8.

Nervenreize vorzüglich in Hervorbringung von Zuckungen, wie sie damals schon constirten, vollkommen bekannt gewesen, so würde das anscheinend Seltsame und Außerordentliche der Erscheinung auch sogleich für ihn aufgehört haben, und die ferneren Versuche, die erst zu galvanischen Erscheinungen führten, würden dann schwerlich von ihm angestellt worden seyn. Man übersieht nämlich leicht, dass die Berührung der Nerven mit einem guten Leiter, wie einem Scalpell, in dem Augenblicke, dass der Funke aus dem Conductor ausgezogen wurde, und folglich die Ursache aufhörte, welche vorher das el. Gleichgewicht gestört hatte, die Bedingung lieferte, unter welcher dieses Gleichgewicht durch schnelles Zuströmen der mit derjenigen des Conductors gleichnamigen und von ihm vorher zurückgetriebenen E. augenblicklich wieder hergestellt werden konnte, welches schnelle Ein - und Durchströmen von E. in den Nerven den wirksamen Reiz bildet. Glücklicher Weise bot sich GALVANI diese Erklärung nicht dar, vielleicht auch darum nicht, weil er in diesen auffallenden Erscheinungen eine Bestatigung seiner Lieblingshypothese von einer den Thieren eigenthümlichen E. sah. Er verfolgte daher diese Versuche weiter, und prüfte unter andern auch den Einsluss der Luft-Elektricität auf die Erzeugung der Zuckungen in den Froschpräpara-In dieser Absicht hatte GALVANI mehrere zubereitete Froschextremitäten an dem eisernen Gitter eines Gärtchens aufgehangen; es erfolgte aber, so lange er auch wartete, kaum' die leiseste Zuckung. Des langen Harrens müde wog er die Metalldrähte, welche durch das Rückenmark des Thieres gestochen waren, gegen das Gitter zurück, um vielleicht auf diese Art durch Zusührung der atmosphärischen E. durch dasselbe seinen Zweck zu erreichen, und in der That erhielt er jetzt starke Zusammenziehungen der Muskeln; die jedoch nach allen übrigen Umständen zu schließen, mit den Veränderungen der atmosphärischen E. in keinem Verhältniss zu stehen schienen. Um sich hiervon völlig zu überzeugen, wiederholte · GALVANI in einem wohl verschlossenen Zimmer zu verschiedenen Stunden des Tages dieselben Versuche, indem er das Froschpräparat auf eine eiserne Scheibe legte und den in das Rückenmark gesenkten Haken in Berührung damit brachte, wo sich dann bei jedesmaliger Berührung lebhaste Zusammenziehungen zeigten. Diese, im eigentlichen Sinne galvanischen, Versuche wurden nun noch weiter von ihm verfolgt und führten ihn zu seiner Hypothese einer eigenthümlichen thierischen E. der Muskeln, welche letztere er mit einer Leidener Flasche verglich, die durch den leitenden Bogen, durch welchen die Kette geschlossen wird, von deren Schließung das Eintreten der Zuckungen abhängt, entladen werde.

Man kann alle ferneren Entdeckungen, zu welchen GAL-VANI auf diese Weise die Bahn gebrochen hatte, unter zwei Perioden bringen, nämlich diejenige von 1791-1800 oder die Periode des einfachen Galvanismus, und die Periode vom Jahre 1800 an, wo Volta seine wichtige Entdeckung des verstärkten Galvanismus oder der Säule bekannt machte. In dem ersten Zeitraume bezogen sich die Versuche fast ausschließend auf einfache galvanische Ketten, in welchen mit Nerven begabte Theile, insbesondere Muskeln kaltblütiger Thiere (Froschpräparate) als Glieder eingingen, und diese Theile dienten durch die sichtlichen Veränderungen, die sie erlitten, insbesondere die Muskeln durch ihre Zusammenziehungen als Reagenten für den Grad, die Art, und die Richtung der hierbei thätig werdenden Kraft, über deren eigentliches Wesen es jedoch in diesem ersten Zeitraume zu keiner völligen Einstimmigkeit 'unter den Physikern kam.

Es war zu erwarten, dass die Entdeckung GALVANI'S ein sehr großes Aussehen erregen und überall zur Bestätigung durch wiederholte Versuche und weitere Ausbildung derselben auffordern würde. Unter seinen Landsleuten war es vor allen ALEXANDER VOLTA, der gleich vom ersten Anfange an mit einem seltenen Scharsblicke in die verborgenen Tiesen dieser Erscheinung eindrang, als der geübteste Elektriker seiner Zeit ihre Beziehungen zu der allgemeinen E. richtig erkannte, und GALVANI'S Hypothese von einer eigenthümlichen thierischen E. schon in seiner ersten Abhandlung bestritt. Diese Hypothese fand aber in den ersten Jahren noch eifrige Vertheidiger an einigen Landsleuten GALVANI'S, namentlich an CARMINATI,

¹ Memoria sull Ellettricita animale. Discorso recitato nel sula dell' Universita in occassione di una Promotione il die 5 Maggio 1792. Deutsch Alex. Volta's Schriften über die thierische Elektricität, herausgegeben von Dr. Mayer. Prag 1793.

² Lettere sopra l'elettricita animale al Sign. Caval. Felice Fontana 1793.

CARRADORI, EUSEB. VALLO¹, ALDINI², und GALVANI selbst trat in einer anonymen Schrift³ von neuem zur Behauptung einer eigenthümlichen thierischen E. auf. Ein Hauptpunct in diesem Streite war nämlich, ob die Zuckungen auch ohne alle Mitwirkung der Metalle durch Schließung einer aus bloß thierischen Theilen bestehenden Kette in sich selbst erregt werden, könnten, welches durch letztere Schrift, so wie durch Aldini's Versuche außer allen Zweifel gesetzt wurde. Diese wichtige Thatsache diente GALVANI'S Theorie zur Hauptstütze, und sie wurde nebst noch andern Gründen für dieselbe zuletzt im Jahre 1797 von dem ersten Entdecker in einigen Briefen an den Abt SPALLANZANI gegen Volta's Ansichten geltend gemacht 4. Indelsen wurden diese Gegengrunde von Volta in Briefen an ALDINI vom Jahre 1798 siegreich widerlegt6 und dienten nur dezu, seiner sinnreichen el. Theorie von dem Vorgange in der galvanischen Kette, die er in mehreren auf einander folgenden Abhandlungen 6 in ein immer helleres Licht gesetzt hatte, gleichsam die letzte Vollendung zu ertheilen. Die wichtigste galvanische Entdeckung Volta's, die noch in diesen Zeitpunct fallt, ist die wirkliche Nachweisung der durch die Berührung der Metalle unter einander, so wie mit feuchten Körpern er-

¹ Nach mehreren kleineren Abhandlungen erschien ein größeres Werk von demselben: Experiments on animal electricity with their application to physiology.

² J. Aldini Dissert. duae Bononiae 1794.

⁵ Dell' Uso e dell' Attività dell' Arco Conduttore nelle contrazioni dei Muscoli. In Bologna 1794.

⁴ Memorie sull ellettricita animale di L. Galvani al celebre Abbate Lazaro Spallanzani. Aggiunte alcune sperienze di G. Aldini. Belogna 1797. 4. c. Fig.

⁵ In Bruguatelli's Annali di Chimica Tome XVI, und daraus abersetzt in Ritter's Beiträgen sur nähern Kenntnife des Galvanismus. 21er Band. Stes und 4tes Stück. 8. 3.

⁶ Sie finden sich in den Annali di Chimica von Bruguatelli vom Jahre 1794 an, und die wichtigsten sind drei Briefe an den Abt Vassalli, wovon die zwei ersten in Gren's zeuem Journale der Physik Bd. II. 1795. S. 141 ff. und der dritte als Volta's Schriften an den Herrn Abt Vassalli über die thierische Elektricität, herausgegeben von Dr. Mayer. Prag 1796 erschienen sind, so wie zwei Briefe an Gren übersetzt in dessen Neuen Journal der Physik. III. 480. und IV. 107 — 130.

regten E., worüber mehrere an Grun gerichtete Briefe¹, so wie auch jene oben erwähnten Briefe an Aldını die ausführlichste Darstellung enthalten.

In Deutschland wurde die erste Nachricht von GALVARI'S wichtiger Entdeckung durch Dr. J. F. ACKERMANN in Mainz in der medicinisch - chirurgischen Zeitung mitgetheilt, und die ersten deutschen Aerzte und Physiker, welche die von ihnen iiber diesen Gegenstand angestellten Versuche, wodurch jedoch keine neuen Thatsachen oder Aufschlüsse gewonnen wurden, bekannt machten, waren C. C. CREVE 2, ED. JOH. SCHMUCK 3, GREN 4 und REIL 5. Indem ich selbst gerade damals meine medicinische Inauguraldissertation auszuarbeiten hatte, so wählte. ich diesen Gegenstand zum Thema derselben6, und es muss mir damals gelungen seyn, diesen Gegenstand in einer lichtvollen Ordnung darzustellen, da der Dissertation das Glück zu Theil wurde, sowohl in GREE's Journale der Physik, als auch in dem Supplementbande der zweiten Ausgabe dieses Wörterbuches übersetzt zu erscheinen. Meine vorzügliche Bemühung war dahin gerichtet, die allgemeinsten Bedingungen und Gesetze dieser neuen Erscheinungen aus den Versuchen anderer sowohl als meinen eigenen festzusetzen, und daraus die Ursacho. derselben, so wie die Wirkungsart dieser Ursache zu bestimmen. Ich erklärte mich schon damals für eine, von der Mitwirkung der thierischen Organe ganz unabhängige, nur durch die Wechselwirkung der Metalle und der Feuchtigkeit erregte E., kurz für Volta's Ansicht, so weit sie damals bekannt war, verfolgte diese ersten Untersuchungen noch weiter, und gab im Jahre 1795 ein größeres Werk heraus 7, in welchem

¹ S. Brugnatelli Ann. di Chim. cet. Tom. XIII. und XIV. von. den Jahren 1796 und 1797.

² Beiträge zu Galvani's Versuchen über die Kräfte der thierischen Elektricität auf die Bewegung der Muskeln 1792.

⁸ Beiträge zur nähern Kenntniss der thierischen Klektricität. Mannheim 1792.

⁴ Journal der Physik 1792. VI Bd. III Heft. 8. 402. und VII Bd. III Heft. 8. 323.

⁵ Ebend. VI Bd. III Heft. S. 411.

⁶ Dissertatio inaug. medica de Electricitate sic dicta animali. Auctore C. H. Pfaff. Stuttgardiae 1793.

⁷ Ueber thierische Elektricität und Reizbarkeit. Leipzig 1795.

alles, was damals über diesen Gegenstand bekannt geworden war, eich zusammengestellt findet. Eine noch umfassendere, viele neue Thatsachen enthaltende Schrift, erschien im Jahre 1797 von Alex. v. Humboldt 4. In keiner Shhrift sind die mannigfaltigen Abänderungen der galvanischen Ketten, in welche thierische Theile als Glieder eingehen, mit solcher Vollständigkeit abgehandelt, und alle Thatsachen in Rücksicht auf diese so genau festgesetzt, ohne dals jedoch ein neuer wichtiger Schritt vorwärts dadurch gemacht worden wäre. wurde der berühmte Verfasser zu irtigen Schlüssen verleitet, indem er das diesen Erscheinungen zum Grunde liegende Agens als ein von der E. verschiedenes ganz eigenthümliches erklärte, das von den thierischen Theilen selbst ausgehe, und diese Erscheinungen als der Sphäre des Lebens selbst im engern Sinne amgehörig betrachtete. Vorzüglich zu rühmen ist in diesem Zeitpuncte unter den Deutschen J. W. Ritter, dass. 2,97 herrührt², Abhandlung über diesen Gegenstand versiche anschienen nächst and dessen andere, im Jahre 1700-10 Drucke erschienen, nächst den Schriften Valta's di- pedeutendste auf dem damaligen Standpuncte dieter Batdeckung ist. Alle Abanderungen der Ketten sind in dieser Schrift unter ihre Hauptelassen geordnet, die allgemeinst Gesetze für die Wirksamkeit und Unwirksamkeit derselben argestellt, und durch viele neue Erfahrungen ist der Beweis - Ilständig geführt, dass in einer geschlossenen galvanischen Kette eine fortdauernde Thatigkeit von gleicher Art, als diejenige, die durch die Schließung eingeleitet werde, statt finde, ein Beweis, der sich vorzüglich auch auf die Entdeckung einer eigenshümlichen Modification der Reizbarkeit in den Muskeln stoczte, welche selbst, oder deren, Nerven, Glieder geschlossener Ketten bilden, eine Entdeckung, welche noch wichtige Früchte tragen kann, wenn sie von sorgsamen Händen gepslegt wird.

In Frankreich hat GALVANI'S Entdeckung in dieser ersten Periode kein besonderes Interesse eingeflößt, wenigstens ist

¹ Versuche über die gereizte Muskel - und Nerven - Faser nebst Vermuthungen über den galvanischen Process des Lebens. 2 Ede. Posen und Berlin 1797.

² Ueber den Galvanismus; in dessen phys. chem. Abhandl. 1806. I. Bd.

diese Lehre von den französischen Naturforschera nicht bereichert worden. Erst im Jahre 1798 wurde eine Commission des National - Instituts bestehend aus den Bürgern Coulous, Sa-BATHER, PELLETAN, CHARLES, FOURCROY, VAUGUETIE, GUYTON und HALLE niedergesetzt, welche einen ausführlichen Bericht iber die von ihr angestellten Versiche andes National-Institut abstattete, in welchem die wichtigsten Erscheinungen, die sich auf die Erregung von Muskelzusammenziehungen durch galvanische Ketten beziehen, abgehandelt sind, und der Einfluss der abgeänderen Bedingungen vorzäglich unter den zwei Hauptrubriken des thierischen und des erregenden Bogens mit Klarheit entwickelt ist; sohne dass jedoch zu den durch die Bemühungen der Naturforscher anderer Länder sehen damals ausgemittelten Thatsachen etwas wesentlich Neues hinzugefügt worden were. Auch äußerten die Commissarien über die ei-5 Lahe Ursache dieser Erscheinungen keine ganz entschiedene Meinung, wo work-lich der Umstand Schuld war, dass ALEX. V. HUMBOLDT, der aus ihnen später beigesellt hatte, damals noch seines Hypothese von enem eigenthümlichen galvanischen Agens und einer unmittelbaren Bettehung desselben auf die Lebenskraft ergeben war, und die Commissarien durch gewisse scheinbare Verschiedenheiten zwischen giesem Agens und der E., vorzüglich was dis Leitungsverhältnils der Körper für dasselbe betraf, dieser Hypothese geneigt machte. Außer dieser Arbeit verdient nur noch Erwähnung Le Hor's Theorie? des einfachen Galvanismus gegründet, auf neue Versuche, die übrigens im Wesentlichen mit den von Volta schon früher vorgetragea nen in Betreff der Circulation eines Fluidums in der galvanischen Kette, nach einer von der wechselseitigen Lage der Kettenglieder abhängigen Richtung übereinstimmt, in demjenigen Puncte aber, der ihre Eigenshümlichkeit ausmacht, dass sich nämlich das galvanische Fluidum beim Durchgange der mit Armaturen versehenen Organe anhänfe, offenbar unrichtig ist. In gewisser Hinsicht gehört diese Abhandlung in den zweiten Zeitraum, da sie erst im Dec. 1800 im National-Institute vorgelesen worden war.

¹ Uebersetzt in Ritter's Beiträgen zur näheren Kenntnis des Galvanismus 1sten Bandes 1stes u. 2tes Stück. S. 1.

² Aus den Ann. de Chim. Tome XXXVIII. in G. IX. 188.

In England wurde die neue Entdeckung zuerst durch zwei Briefe ALEX. VOLTA'S vom 13. Sept. und 25. Oct. an TIBERTUS CAVALLO 1 bekannt," in welchen nicht blos ein aussührlicher Anszug aus GALVANI'S Schrift mitgetheilt, sondern auch die Volta'sche Ansicht von der Bewegung der E. durch die eigenthümliche Einwirkung der Metalle dargelegt und auf die ihm eigenthümlichen neuen Versuche gestützt ist, unter welchen sich auch der Zungenversuch befindet. Die wichtigste Arbeit aus diesem Zeitpuncte von brittischen Gelehrten verdankt man RICHARD FOWLER², der wie es scheint unabhängig von andern manche Verhältnisse der Kette entdeckte, namentlich die Empfindung eines Blitzes in den Augen, die Erregung des Herzens unter bestimmten Bedingungen, den Einfluss der Unterbindung der Nerven unter verschiedenen Umständen auf die Entstehung der Zuckungen in den Muskeln. Indess wurde Fowler durch einige irrige Beobachtungen, namentlich dass die Holzkohle kein Leiter der in der galvanischen Kette thätigen Kraft ist, so wie durch die falsche Deutung einiger anderer Versuche'3 zu dem Resultate geleitet, dass die galvanische Influenz, wie er die hierbei thätige Kraft nennt, verschieden von der E. sey. ALEX. MONRO 4 kam durch wenigere aber sinnreich angestellte Versuche zu der Folgerung, dass die in der galvanischen Kette in Bewegung gesetzte Flüssigkeit die größte Uebereinstimmung mit der E. habe und wohl einerlei mit dieser, die Nervenkraft selbst aber ganz verschieden davon sey, unddals jene in der Kette in Bewegung gesetzte Flüssigkeit blos. als ein Reiz für dieselbe wirke und dadurch die Zuckungen hervorbringe. Ueber die Kraft, durch welche die el. Materie in Bewegung gesetzt werde, blieb er aber im Dunkeln, so wie er auch noch den Irrthum mit andern theilte, dass in der geschlossenen Kette keine weitere Thatigkeit statt finde, sondern

¹ Ph. Tr. for 1793. 8. 1.

² Experiments and observations relative to the Influence lately discovered by Mr. Calvani and commonly called animal Electricity. Ediab. and London. 1793. 8. in a Beatsche übersetzt. Leipz. 1796. 8.

³ Vergl. meine Schrift über thierische Elektricigit und Reizbar-

⁴ Experiments on the nervous System übersetzt unter dem Titel: Alex. Monro's und Richard Fowler's Abhandlung über thierische Elektricität. u. s. w. Leipzig 1796.

ein Gleichgewicht eingetreten sey. Im Jahre 1795 machte Dr. WELL eine Abhandlung über diesen Gegenstand bekannt1, welche die wichtige Thatsache enthielt, dass Metalle durch Reiben an Metallen oder andern Substanzen, z. B. an Seide, Wolle, Leder, Fischhaut, an der flachen Hand, Siegellack, Marmor u. s. w. fähiger gemacht werden, Zusammenziehungen zu erregen, eine Erfahrung, welche später Volta bestätigte und so vortrefflich zur festern Begründung seiner Theorie der el. Stromung in der Kette benutzte. Auch bestätigte Dr. Well gegen FOWLER die schon früher von Volta gemachte Erfahrung von der leitenden Kraft der Holzkohle für das in diesen Versuchen in Bewegung gesetzte Agens, und erklärte sich für die Identität desselben mit der E. Endlich stellte CAVALLO in einem im Jahre 1795 erschienenen Supplementbande zu seinem Compleat Treatise on Electricity alle damals vorzüglich in England bekannt gewordene Thatsachen über die thierische E, in einer eigenen Abhandlung zusammen 3.

Die bisher angeführten Forschungen bezogen sich sämmtlich nur auf Erscheinungen, welche die Berührungselektricität in dem Gebiete des Lebens veranlasst; stets waren es erregbare thierische Organe, welche als Reagentien für die Wirksamkeit dieser Kraft dienten, wobei das Urtheil immer noch schwankend bleiben muste, ob diese Kraft auch unabhängig von der Mitwirkung dieser Organe sich noch durch anderweitige Reagentien entdecken und in Erscheinungen nachweisen lasse, an denen die Lebenskraft gar keinen Theil nimmt. In dieser Hinsicht waren außer der schon oben angeführten wichtigen Entdeckung Volta's über die Elektricitätserregung durch wechselseitige Berührung der Metalle, von großem Interesse die in diesem Zeitraume schon einzeln gemachten Erfahrungen über chemische Veränderungen, welche beim Ausschlusse aller thierischen Theile nach denselhen Gesetzen einer geschlossenen galvanischen Kette erfolgen, nach welchen in den gewöhnlichen Versuchen Zuckungen und Empfindungen erregt werden, Die ersten Versuche dieser Art rühren von Fabbrons in Florenz her, welche er schon 1792 der Akademie zu Florenz mit-

¹ Phil, Trans. for the year 1795. P. II. p. 246. übersetzt in Gren's N. J. d. Ph. III. 441.

² Uchersetzt im 2ten Bande der 4ten deutschen Ausg. S. 247 ff.

theilte, sie aber erst im Jahre 1799 bekannt machte 4. Er fand nämlich, dass wenn zwei Metalle unter Wasser sich wechselseitig berühren, d. h. zur Kette mit einander geschlossen sind. das mehr oxydirbare derselben sich viel schneller, und auch wohl nur allein unter dieser Bedingung oxydire, als wenn die Metalle einzeln, oder auch beide, aber durch eine Glasplatte von einander getrennt, sich unter dem Wasser befinden. BRONI brachte andere ähuliche Erscheinungen, nämlich die schnellere Oxydation der Metalllegirungen, der Löthungsstellen und dergl. damit in Beziehung. Indels leitete er diese Oxydation nicht von der in Bewegung gesetzten el. Materie ab, sondern sah umgekehrt die Oxydation als den Reiz an, der in den ächten galvanischen Versuchen, namentlich in den Sulzer'schen Zungenversuchen und in dem Lichtversuche thätig sey, und stützte diese Behauptung auch auf die von ihm, wie es scheint. zuerst gemachte Beobachtung eines fortdauernden Lichtzustandes im Auge, so lange das sich oxydirende Metall auf dasselbe einwirkt, was sich aus einer augenblicklich statt findenden Elektricitätserregung seiner Meinung nach nicht erklären lasse.

Unabhängig von Fabbnoni beobachtete auch Dn. Asch zu Oxford die auffallende Beförderung der Oxydation des Zinks, wenn dasselbe im befeuchteten Zustande auf befeuchtetes Silber gelegt werde und unter denselben Umständen auch die Beförderung der Oxydation des Bleies auf Quecksilber und des Eisens auf Kupfer. Alex. v. Humboldt, der diese Versiche des Dr. Asch bekannt machte², bestätigte sie durch Wiederholung, nahm dabei eine wirkliche Wasserzersetzung an, die durch das Zusammenbringen der Metalle befördert werde, wußte aber, befangen in seinem Irrthum von einem eigenen galvanischen Fluidum, die Erscheinung nicht zu deuten. J. W. Ritten erweiterte aber diese Versuche in einem großen Umfange, von denen er schon im Jahre 1799 einige bekannt machte³, durch die nicht bloß die Bedingungen auf das genaueste ausgemittelt wurden, unter welchen die Oxydation erfolgte, sondern

¹ Ueber die chemischen Wirkungen der Metalle auf einander bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre von Fabbroni in \bar{G. IV. 428.}

² Vers. über die gereizte Muskel-und Nervenfaser ir Bd. 8.472.

³ G. H. 80, später in seinen Beiträgen zur nähern Kenntnifs des Galvanismus. Bd. I. Jena 1800. S. 111 ff.

welche zugleich den vollständigsten Inductionsbeweis lieferten, dass dieser Process ganz nach galvanischen Gesetzen erfolge, nach denselben Gesetzen nämlich, nach welchen die Muskelzusammenziehungen durch galvanische Ketten erregt werden.

So manche Dunkelheiten, welche dieses Gebiet von Erscheinungen bei so vielen mit unermüdetem Rifer fortgesetzten Forschungen immer noch verhüllten, insbesondere aber alle Ungewissheit über die wahre Natur der hierbei thätigen Kraft wurden aber nun auf einmal zerstreut durch die glänzendste und folgereichste Entdeckung der neuern Physik, durch den großen Schritt, den Volta nach seiner eigenen Versicherung am Ende des Jahres 1799 gethan hatte, und wovon die erste öffentliche Nachricht in einem Briefe destelben aus Como vom 20. März 1800 an den Präsidenten der Königl. Societät in London enthalten ist1, durch die Erfindung seiner Säule oder die Entdeckung des verstärkten Galvanismus. Wenn gleich VOLTA nirgend genan angegeben hat, wie er eigentlich auf diesen letzten Schritt geleitet worden ist, so lag es doch in dem Gange seiner Untersuchungen, dass er ihn früher oder später thun musste, und dass unter den mannigsaltigen Combinationen, die sein Eifer der Untersuchung unterwarf, um den elektrischen Vorgang, den sein genialer Scharfsinn so frühe im Beginnen dieser Forschungen erkannt hatte, und die Gesetze desselben in ein immer helleres Licht zu setzen, früher oder später auch diejenige vorkommen musste, die das Wesen seiner Säule bildet. In sofern kann man behaupten, dass die große Entdeckung der Hauptsache nach dem Geiste angehört, der seine Ideen experimentirend prüft und verfolgt. Man findet nur in einer einzigen der in der ersten Periode erschienenen Schriften eine Art von Annäherung zu dieser Entdeckung, nämlich in dem Anhange zu Fowler's oben angeführter Schrift in einem Briefe Robison's: "Ich verschaftte mir," heist es daselbst, "mehrere Stücke Zink von der Größe eines Schillings, und legte sie mit eben so vielen Schillingen abweehselnd auf einander in Form einer kleinen Geldrolle. Eine solche Vorrichtung, finde ich, yermehrt in einigen Fällen den Reiz beträchtlich, und ich erwarte von einem ähnlichen Verfahren eine noch größere Ver-

¹ On the Electricity excited by the mere contact of conducting Substances of different Kinds. Ph. Tr. for 1800. p. 402.

stärkung desselben. Bringt man die eine Seite von einem solchen Röllchen auf die Zunge, so daß diese alle einzelnen Stücke davon berührt, so ist der Reiz sehr stark und unangenehm. CAVALLO¹ hob auch diese Beobachtung als eine vorzüglich merkwürdige in seiner Abhandlung von der thierischen E. hervor. Man sieht wohl, dass zur eigentlichen Säule die feuchten Zwischenleiter hier fehlten, und daß die Verstärkung des Effects eigentlich nur von den vielen einzelnen Ketten, von denen nämlich jede durch ein Paar der Metallstücke, und den Theil der Zunge, der dasselbe berührte, gebildet wurde, abhing. Auch wurde dieser schon im Jahre 1793 gegebene Wink nicht weiter verfolgt.

In seiner ersten Abtheilung ertheilte Volta vorzüglich eine genaue Anweisung zur Construction seiner Säule, beschrieb auch eine Abänderung seines Apparats, den sogenannten Tassen-Apparat, ließ sich in ein sehr genaues Detail über die Erschütterungen und anderweitige Sensation ein, die von der Einwirkung desselben auf die verschiedenen Sinnesorgane abhängen, und erklärte alle diese Erscheinungen auf dieselbe Weise aus dem verstärkten el. Strome von einem Ende (Pole) der Säule zum andern durch den Körper hindurch, welcher eine leitende Verbindung zwischen diesen beiden Enden macht, wie schon früher die Erscheinungen der einfachen Kette. Die Anhäufung und Verstärkung der E. durch diesen neuen Apparat bewies er noch überdies durch den Condensator, mit dessen. Hülfe er die E. seines Apparates in deutlichen Funken darstellte. theilte ihm daher auch den Namen eines elektromotorischen Apparats, und verglich ihn mit den el. Organen des Krampfrochens, bei denen er eine ähnliche Construction und Wirkungsart an-Von eigentlichen Funken unmittelbar aus der Säule, von Anziehungs - und Abstolsungserscheinungen, an den Polen und von den chemischen Wirkungen der Säule ist aber in dieser Abhandlung nicht die Rede. Diese letzteren wurden sogleich von den englischen Physikern, die zuerst Volta's Versuche wiederholten, beobachtet, insbesondere die so merkwürdige Wasserzersetzung zuerst von CARLISLE und zwar zufällig 2, als ein Tropfen Wasser auf die obere Platte gebracht

¹ Vollst. Abh. 2ter Bd. S. 284.

² S. Nicholson's Beschreibung u. s. w. in G. VI. 840.

worden, um der Berührung gewisser zu seyn', und die Schlie-Isung durch den negativen Draht in diesem Tropfen geschah, wo sich dann um denselben ein Gas entwickelte, das sich durch den Geruch als Wasserstoffgas zu erkennen gab und dann zu weitern Versuchen führte; dann verschiedene andere chemische Wirkungen der Säule durch Chuiksmank, Henny u. a. Noch bemerkten die englischen Physiker zuerst den Funken der Volta'schen Säule, namentlich Nicholson an einer Säule von 100 Kronenstücken und Zinkscheiben, deren Tuchscheiben mit Kochsalzauflösung getränkt waren, im Finstern und mit deutlichem Knistern, Chuikshank an einer Saule von 40 bis 100 Plattenpaaren von Silber und Zink mit Salmiakscheiben sogar im Tageslichte vollkommen sichtbar, so wie auch eine deutliche Einwirkung der Pole auf das Goldblattelektrometer ohne Hülfe des Condensators. Auch in Deutschland wurde die Volta'sche Säule unter den Händen J. W. RITTER's 1 sogleich eine Quelle vieler interessanter Erfahrungen, namentlich auch in Betreff der Wasserzersetzung, ohne daß dem deutschen Physiker damals schon die Versuche der Engländer bekannt geworden waren 2, und auch ech selbst erinnere mich noch mit einem eigenen Vergnügen des Zeitpunctes, als ich auf eine von dem aus England: eben wieder auf dem Continente angekommenen Dr. Busch erhaltene Nachricht von Volta's wichtiger Entdeckung die erste Säule baute, und durch Hülfe eines Goldblättchens den ersten Funken daraus zog, den RITTER in seiner jersten Reihe von Versuchen noch nicht hatte darstellen können. Auch bemerkte ich zuerst die Anziehungserscheinungen an den Polen, und verfolgte durch eine Reihe von Versuchen die Uebereinstimmung dieser sogenannten galvanischen E. mit der gewöhnlichen, vorzüglich in Rücksicht auf das Leitungsvermögen der Körper für dieselben3. Es würde zu weit führen, wenn ich hier im Detail die besonderen Verdienste der einzelnen Physiker, wie die einzelnen Entdeckungen und Erfindungen, wie sie nach der Reihe gemacht wurden, verfolgen wollte. Ich werde bei der näheren Darstellung der Erscheinun-

¹ Voigt's Magaz. II. 854.

² Vergl. das Historische hierüber von Gilbert in dessen Ann. VI. 468.

⁸ G. VII. 247.

gen selbst Gelegenheit haben, manches in dieser Hinsicht nachzutragen, und begnüge mich daher bloß die wichtigsten Momente aus der Geschichte der weiteren Entwickelung hervorzuheben.

Im Jahr 1801 reisete Volta nach Paris, um den französischen Nationalinstitute einen vollständigen Bericht über seine Entdeckungen mitzutheilen. Der damalige erste Consul Buona-PARTE, selbst Mitglied jenes gelehrten Körpers, schenkte dieser Entdeckung seine vorzügliche Aufmerksamkeit, ließ eine Medaille zum Andenken derselben prägen, stiftete zu deren weiterer Beforderung zwei Preise, einen größeren für eine Hauptentdeckung und einen kleineren jährlich auszutheilenden, trag dadurch wesentlich zur Belebung des Eifers der Physiker (besonders auch in Frankreigh, dem der Galvanismus bisher beinahe fremd geblieben war) zur Erweiterung dieser Lehre bei. Für die Bestätigung von Volta's Theorie, war die Vergleichung der Ladung sehr großer el. Batterieen durch die wirksamsten Elektrisirmsschinen mit der Ladung derselben durch die Säule von einem besondern Interesse und Volta beauftragte mich selbst, als ich damals in Paris seine persönliche Bekanntschaft gemacht hatte, auf meiner Durchreise durch Haarlem VAN MAnum, dem in der Tayler'schen Stiftung alle Mittel zur Ausführung dieser Versuche zu Gebote standen, zu bewegen, dieselben gemeinschaftlich mit mir auszuführen, von deren Resultate ein ausführlicher Bericht damals im Druck erschien 1.

Ueber die chemischen Wirkungen der Säule wurde ein ganz neues Licht verbreitet durch eine meisterhafte Arbeit von H. DAVY², durch welche vorzüglich die Wanderung der Stoffe, und die Ansammlung derselben ihrer eigenthümlichen el. Natur gemäß an den entsprechenden Polardrähten als die allgemeinste Thatsache erwiesen wurde, eine für die elektrochemische Theorie besonders wichtige Thatsache, die aber gleichzeitig mit H. DAVY und ganz unabhängig von diesem auch von BERZELIUS und HISIEGER entdeckt worden war³. Eine sehr

¹ G. XIII. 262.

² Abhandlungen über einige chemische Wirkungen der Elektricität u. s. w. in Gehlen's Journ. d. Ch. Ph. and Min. V.

³ Aus deren Afhandlingar i Fisik u. s. w. Första [Delen. Stock-holm 1806. übers. in G. XVII. 269.

wichtige neue Erfahrung über die Wirkung der einzelnen Metallplatten auf gefürhte Pflanzen - Papiere verdankt man dem Leiberzte Dr. Jägen in Stuttgart¹, so wie auch eine zweite wichtige Thatsache, dass nämlich eine Volta'sche Säule, deren
feuchte Zwischenleiter durch Gold oder Silberscheiben mit vollkommenen trockenen Rande unterbrochen sind, keine Spur
von chemischer Wirkung geben².

Im Jahr 1803 machte RITTER seine Versuche über die sogenennte Ladungssäule 3 bekannt, deren Eigenthümlichkeit so wohl als das für dieselbe von ihm aufgestellte Princip vorzüglich von Volta angefochten wurde. Die Bemühungen der Physiker waren in den ersten Jahren nach der Bekanntmachung der Säule vorzüglich auch auf die Verbesserung und Verstärkung dieses merkwiirdigen el. Apparat's gerichtet, und unter den mannigfaltigen Vorrichtungen, die ausgeführt wurden, und die unter dem Namen der Trog-, Zellen-, Kasten-, Apparate u. s. w. bekannt geworden sind, verdient insbesondere HARE's Calorimotor erwähnt zu werden. Diese Bemühungen, die auch für die weitere Aufklärung der Theorie dieser Erscheinungen unternommen wurden, führten zu der sogenannten trockenen Volta'schen Saule, von welcher verschiedene Arten in Vorschlag gebracht wurden, von denen jedoch nur die von nr Luc zuerst im Jahre 18104 beschriebene und von diesem Physiker als ein atmosphärisches Elektroskop empfohlene, diesen Namen verdient, die aber erst im Jahre 1814 mit einer kleinen Abanderung durch den Italiener Zamboni zu einer größeren Publicität gelangte 5, nach diesem auch den Namen der Zamboni'schen Saule erhielt, und zu vielen interessanten Verhandlungen, vorzüglich die Theorie der Säule betreffend, Veranlassung gab, an welche PARROT, JAGER und v. YELING einen vorzüglich wichtigen Antheil hatten. Wichtiger für die Theorie

¹ G. XI. 288.

² Ebend. XXIII. 77.

^{8 ·} Voigt's Magazin VI. 2tes Stück. S. 98.

⁴ In Nicholsons Journale Oct. 1810 und daraus in G. XLIX. 100.

⁵ Vgl. Einige historische Nachrichten über die trockenen el. Säulen der Herrn De Lüc und Zamboni in G. XLIX. 35.

⁶ In einer eigenen Schrift: Versuche und Beobachtungen zur näheren Kenntniß der Zamboni'schen trockenen Säule 4. München 1820.

als deese uneigentlicht sogenammte trockene Säule, wurde die von Zam nong zuerst entdeckte sogenammte sweigliedrige Säule³; deck setzte allen diesen mannichfaltigen. Arbeiten und Bemtihungen: im Jahre 1620 die Entdeckung des Elektro-Magnetismus, und im Jahre 1622 des Thermio-Magnetismus die Krone auf, von welchem ersteren bereits² ausführlich gehandelt ist, und von welchen letzteren noch unter einem besondern Artikel die Rede seyn wird³.

II. Von der einfachen galvanischen Action oder dem einfachen unverstärkten Galvanismus.

A. That sachen.

AA. Von der einfachen galvanischen Action in ungeschlossenen Ketten. System der Erreger oder Leiter des Galvanismus und Spannungsreihen derselben.

1. Um die große Masse von Erscheinungen, die zum Galvanismus gerechnet werden, zu einer leichten systematinschen Uebersicht zu bringen, scheint es am angemessensten, dieselben unter zwei Hauptabtheilungen abzuhandeln, wowon die erste die Erscheinungen des einfachen Galvanismus oder einfachen Kette, die zweite die des verstörkten Galvanismus oder der vervielfachten Kette unter sich begreift. Alle Erscheinungen, die sich auf die homologe Wiederholung ein mer einfachen galvanischen Kette beziehen und von dieser abhängen, oder die Erscheinungen der sogenannten galvanischen Batteris oder der Volta'schen Säule machen den Gegenstand der zweiten Abtheilung aus, deren Element in der ersten Abtheilung als sogenannte einfache Kette im ungeschlossenen und geschlossenen Zustande hetrachtet wird.

¹ G. LX. 15L

² S. Th. III. 473 ff.

⁸ Vgl. Dr. F. B. TROMMSDORFF Geschichte des Galvanismus oder, der Galvanischen Elektricität vorzüglich in chemischer Hinsicht 2te unveränderte Auflage. Erfurt 1808; und Geschichte des Galvanismus nach Sue d. ä. frei bearbeitet von Dr. Joh. Christ. Leop. Reinuold. In zwei Abtheilungen. Leipzig S. 1803.

maisc

7 BBD

in an

i seyn.

ia,

æ nich

₹ **25** d

airch.

ar d

ın d

ak,

hd

Edin d

Sign :

· whi

Ę

Ħ. 1

Œ.

1

2. Ungeschlossene und geschlossene Ketten. Wenn von einer in einer endlichen kürzern Zeit merklich werdenden galvanischen Action die Rede ist, so hat men sogleich von Anfange alle Körper unter zwei Classen zu bringen, solche nämlich, die durch ihre Wechselwirkung mit einander eine solche Action zu realisiren im Stande sind, und solche, die dazu untauglich sind. Jene kann man in Allgemeinen Erreger (Excitatores) des Galvanismus nennen, und zugleich auch Leiter (Conductores) sofern sie durch sich hindurch die an irgend einer Stelle erregte Action auf eine andere Stelle fortzupflanzen vermögen. Erreger sind im Allgemeinen alle diejenigen Körper, welche Leiter der E. in einem merklichen Grade sind, während die Isolatoren und Halbleiter kein in einer endlichen Zeit merkliches Quantum von Erregung geben und die an irgend einem Puncte erregte Thätigkeit nicht auf andere Puncte durch sich hindurch übertragen. Nun hängt alle Verschiedenheit in der galvanischen Action eben so sehr von der Verschiedenheit der Körper, welche durch ihre wechselseitige Berührung mit einander Elektricitätserregung veranlassen, als von der Art ab, wie diese Körper an éinander gereiht sind. Man hat diese Aneinanderreihung nicht unpassend eine Kette, und die einzelnen Körper die Glieder dieser Kette genannt. Diese Körper können so an einander gereihet seyn, dass die äußersten Glieder nicht aneinander hängen, sich also nicht berühren; in diesem Falle kann man mit RITTER nicht unpassend sagen, dass die Kettenglieder nach dem Schema der Linie aneinander gereiht sind, wobei es sich von selbst versteht, dass hierbei von der Luft abstrahirt wird, die zwar in einem gewissen Sinne alle Ketten zu geschlossenen macht, aber als ein Isolator und folglich Nicht-Erreger des Galvanismus überall nicht zur Kette gerechnet werden kann; die galvanische Action hat in diesem Falle einen anderen Character, als derjenige, den sie zeigt, wenn die Linie zur Figur geschlossen wird. oder die äußersten Glieder einer solchen Aneinanderreihung selbst mit einander in Berührung kommen. Die einfachste Form der galvanischen Action, die demnach in Betracht gezogen werden kann, ist diejenige in ungeschlossenen Ketten, oder in dem nach dem Schema der Linie an einander gereihten und in Berührung mit einander stehenden Körpern, und ich kanndaher auf keine Weise dem Sprachgebrauche mancher Schriftsteller beistimmen, die nur die Action in der geschlossenen Kette als

die einige galvanische Kette betrachten, und als Merkmal in ihre Beniffsbestimmung einer galvanischen Kette das Geschloseusen derselben aufnehmen, gerade als ob eine Kette aufhörte ein solche zu seyn, wenn ihre beiden äußersten Ringe nicht in einder greifen, und als ob bei der Umdrehung einer Elekmar-Maschine nicht eher eine elektrische Action realisirt wäre, ih is Funken aus dem ersten Leiter überschlagen.

3. Galvanische Fundamental-Erecheinung und Versuche Darstellung derselben. Wenn zwei heterogene Körper. welche beide zu den bessern Leitern der E. gehören, wie z. B. Amier und Zink mit einander auch nur in die kleinst mögliche benitning gehracht werden, so zeigt sich, ungeachtet diese Körper jeder einzeln durch die feinsten Elektroskope und mit Hülfe m Condensatoren und Multiplicatoren bei Beobachtung der nedhigen Vorsichts - Massregeln, die sich im Verfolge ergeben werden', geprüft, im netürlichen el. Zustande oder 0 elektrisch. ach verhalten, nunmehr eine Störung des el. Gleichgewichts, n welchem beide vorher mit dem sogenannten allgemeinen Bebiter der E. und somit auch in Beziehung auf einander gestanden hatten, worin eben das 0 E. besteht; es tritt eine verwhiedene el. Spannung zwischen diesen beiden Körpern ein, nd der el. Spannungs - Unterschied ist ein constanter seiner dektrometrischen Größe nach für diese gegebenen zwei Körper. le nachdem diese beiden Körper isolirt oder der eine oder der andere mit dem Erdboden in Verbindung sind, fällt das Phänomen dem äußeren Ansehen nach verschieden aus, ist aber winem wahren el. Werthe nach stets dasselbe. Der Fall, dass beide Körper zugleich mit dem Erdboden in Verbindung sind, Sthon zur geschlossenen galvanischen Kette. Sind beide isolire and vor ihrer. wechselseitigen Berührung unter einander in natürlichem el. Zustande gewesen, so zeigt sich an dem einen Körper positive, an dem andern negative E., beide E., so wie sie aus dem 0 hervorgingen, stehen in einem solchen Verhältnisse gegen einander, dass sie wieder 0 mit einander geben würden, Wenn sie einem dritten Körper, der an und für sich keine Wirking mübte, als E. in sich aufzunehmen, mitgetheilt würden, ^{oder bei} gleicher Oberfläche und Gestalt der auf diese Weise mit einander in Berührung stehenden Körper ist die negative Spanning des einen, durch ein Elektrometer gemessen, dem. Grade nach eben so groß, als die positive des andern; bei ver-

schieduner Oberstäche werden die Spannungen den Oberstächen umgekehrt proportional seyn, dem el. Werthe nach aber wird eben wegen dieser Proportionalität der Spannungs - Unterschied. doch immer als der gleiche sich zeigen. Um ein gemeinschaftliches Mals für alle Spannungs-Unterschiede, welche durch, die Berührung je zweier Körper mit einander begründet werden. zu haben, wollen wir den Spannungsunterschied zwischen Kupfer und Zink = 1 setzen. Da nun die positive Spannung ihrer Größe nach vollkommen gleich der negativen ist, wenn beide Körper isolirt, und übrigens in Gestalt und Größe der Obersläche einander vollkommen gleich sind, so folgt in Beziehung auf diese Einheit von selbst, dass unter den angegebenen Bedingungen die positive Spannung des Zinke durch + 1. die negative des Kupfers durch - Jausgedrückt werden muss. wodurch indels über die elektrometrische Größe dieser Spanmang, verglichen mit irgend einer andern, noch nichts ausgesagt ist. Wird der eine von diesen beiden: Körpern mit dem Erdboden in Verbindung gesetzt, wodurch seine el. Spannung auf O hernbsinkt; indem hierbei von der sehr geringen galvanischen Wirkung zwischen dem Erdboden (oder der blossen Fenchtigkeit) und diesen Korpern'abgesehen wird, so steigt die Spannung in dem andern auf das Doppelte von derjenigen welche er in dem ersten Falle zeigte, und zwar in dem einen die positive, in dem andern die negative, folglich in dem angenommenen Beispiele von + 1 auf + 1 in dem Zinke, und von - 1 auf - 1 in dem Kupfer, worin eben sich das Wesen der galvanischen Elektricitäts-Erregung, dass sie ihre Grenze in einem constanten Spannung sunterschiede habe, ausspricht. Der Spannungs - Unterschied zwischen + 4 und - 4 ist namlich gleich dem Spannungsunterschiede zwischen 0 und + 1 und 0 und - 1. Dasselbe gilt auch, wenn beide Körper durch anderweitige Mittheilung E. erhalten haben. Diese wird sich zwischen ihnen, sie sey positiv oder negativ, nach den Gesetzen, die für die Vertheilung der E. überhaupt gelten, austheilen, aber es wird in keinem Falle zu einer gleichförmigen Spannung kommen, sondern es wird in allen Fällen derselbe Unterschied in ihrer el. Spannung bleiben, den sie zeigen, wenn sie vor ihrer wechselseitigen Berührung sich im natürlichen el. Zustande befanden. Diese Erregung von freier E., oder dieseStörung des natürlichen el. Gleichgewichts in Folge der Einwirkung heterogener Körper auf einander durch blofse Berührung selbst derjenigen, die am stärksten auf einander wirken, ist indels so schwach, dass sie auch durch die empfindlichsten Elektrometer für sich allein angewandt nicht darstellbar ist, aber mit Hülfe des Condensators, Collectors oder Duplicators 1 lassen sich diese schwachen Spuren so sehr verstärken, dass eben durch diese Versuche das bisher entwickelte Grundgesetz für den Galvanismas in das hellste Licht gesetzt werden kann.

4. Am bequemeten und sichersten bedient man sich zu dem angegebenen Zwecke der Condensatoren, und zwar giebt es verschiedene Arten, die el. Erregung jener beiden, als Muster gewählten Körper, des Zinks und Kupfers im Folge ihrer wechselseitigen Berührung darzustellen. Die erste und wichtigste ist ohne allen Zweisel diejenige, wo alle Mitwirkung von Fenchtigkeit, selbst wenn es auch bloss die des berührenden Fingers wäre, ausgeschlossen ist. Zu diesem Behuf bedient man sich eines Condensators, dessen beide Scheiben selbst aus jenen Metallen bestehen, wozu die Größe von etwa 3 Z. im Durchmesser eine angemessene ist. Schraubt man die eine Scheibe, z. B. die Zinkscheibe, auf ein Goldblattelektrometer, setzt die andere von Kupfer darauf, beide durch die dünne Schicht von Bernsteinsirnils, womit sie überzogen sind, von einander getrennt2, macht eine Verbindung zwischen beiden durch einen Metalldraht, gleichviel von welchem Metalle, wozu man also um den Fall so einfach als möglich zu machen, einen Kupferdraht nehmen kann, den man, um auch dem entferntesten Einwurfe zu begegnen, als habe Feuchtigkeit hierbei auf das Metall eingewirkt, nicht mit der Hand ansasst, sondern mit einer isolirenden Handhabe z. B. einer Siegellackstange hält, und hebt nach vorheriger Entfernung des verbindenden Drahtes die obere Scheibe auf, so wird das Goldblattelektrometer einen bestimmten unveränderlichen Grad von positiver, und wenn die Kupferscheibe auf das Elektrometer aufgeschraubt war. einen gleichen Grad von negativer E. durch die Divergenz der

¹ Die erste unwidersprechliche Nachweisung dieser Elektricitätserregung durch blosse Berührung des Silbers und Zinks unter einander geschah von Volta mit Hulfe des Nicholson'schen Duplicators im Jahre 1796. S. Dessen Schreiben an Gren in Gren's N. Journ. der Physik. IV. 127.

² Vergl. den Art. Condensator. Th. II. 8. 230. IV. Bd.

Goldblättchen anzeigen. Dass gleichzeitig in der obern Platte die entgegengesetzte E. von gleicher Spannung, wie in der auf das Elektrometer aufgeschraubten Platte existirt, kann man auch unmittelbar dadurch erkennen, dass man mit der aufgehobenen oberen Platte ein zweites, dem ersten soviel möglich gleiches, Goldblattelektrometer berührt, an welchem man die gleiche Divergenz der Goldblättchen, aber von entgegensetzter E. herrührend, beobachten wird. Man kann auch beide E. zu gleicher Zeit an zwei Elektrometern erhalten, wenn man sich zweier Condensatoren bedient, von denen der eine mit der Kupfer-, der andere mit der Zinkscheibe auf das Elektrometer geschraubt Bringt man dann die beiden Collector - Platten und zu gleicher Zeit die beiden obern Platten durch einen Metalldraht mit einander in Verbindung, hebt auch schon nach ein Paar Secunden die Verbindung auf und entfernt die oberen Scheiben von den Collector - Platten, so erhält man an beiden Elektrometern, wenn sie von gleicher Empfindlichkeit und die Condensatoren von gleicher condensirenden Kraft sind, die gleiche Divergenz der Goldblättchen, und zwar von + E an denjenigen, auf welchen die Zinkscheibe, von - E an denjenigen, auf welchem die Kupferscheibe aufgeschraubt war.

Man erhält denselben Erfolg nach Volta, wenn die Condensator-Platten nicht mit Firnis überzogen, sondern von glatter metallischer Oberstäche sind, wenn man durch kleine Schrauben, die durch die obere Platte hindurchgehen, die Platten nur
um eine sehr dünne Luftschicht von einander entfernt, in welchem Falle die kleinen Schrauben selbst die metallische Berührung und davon abhängige galvanische Wirkung auf einander
vermitteln, in der ganzen übrigen Fläche aber die Metallplatten
condensatorisch auf einander wirken¹.

Geschieht die Verbindung der beiden Metallplatten in den beiden zuerst genannten Fällen statt durch einen Metalldraht durch den Finger, so bleibt in der Regel alle Wirkung aus. Die Wirkung wird auch nicht verstärkt, ob der Metalldraht die Scheiben kürzere oder längere Zeit mit einander in Verbindung hält, vielmehr reichen einige Secunden immer zu, um die volle Wirkung zu geben, auch macht es keinen Unterschied, ob diese Verbindung durch einen Metalldraht auf eine blosse einfache

¹ G. X. 437.

Berührung sich beschränkt, aber mit Druck, Hin - und Herbewegung, Reiben u. d. g. verbunden ist.

5. Die zweite Hauptart, den Versuch anzustellen, ist unter der Bedingung, dals eines der Metalle mit dem Erdboden verbunden und eben dadurch fortwährend im Zustande von 0 E. erhalten wird. In diesem Falle kann die Collectorplatte des Condensators selbst die Stelle des einen Metalls vertreten. wird auf diese Weise, wenn man die Collector - Platte von Zink mit der Kupserscheibe, die man in der Hand hält, berührt, und nach aufgehobener Berührung die obern Platten des Condensators abhebt, die Goldblättchen mit eben so starker positiver E. und wenn die Collector - Platte von Kupfer ist, die man mit einer in der Hand gehaltenen Zinkscheibe berührt, dieselben mit eben so starker negativer E. divergiren sehen, wie in den oben (4) angeführten Versuchen. Nimmt man aber zu demselben Versuche zwei Metallscheiben von Zink und Kupfer, wovon man bald die eine, bald die andere in der Hand halt, während die andere, die auf jener liegt, oder an sie gelöthet, oder durch eine Schraube, Niete u. s. w. in gute Berührung mit ihr gebracht ist, mit der Collector - Platte in Gemeinschaft gebracht wird, so wird man zwar, wenn die Collector-Platte von Kupfer ist, bei der Berührung derselben mit der Kupferscheibe die volle negative Spannung haben, aber nicht so die positive Spannung bei der Berührung mit dem Zink, das nämlich in diesem Falle zwischen Kupfer und Kupfer sich befindet, und unter den angegebenen Umständen gar keine Wirkung hervorbringt; die positive Spannung wird aber sogleich in ihrer ganzen Stärke zum Vorschein kommen, wenn man die Gemeinschaft zwischen dem Zink und der Collector - Platte von Kupfer durch eine Zwischenlage von nassgemachtem Papiere oder Tuche vermittelt, so dass das Zink in keine unmittelbare metallische Berührung mit dem Kupfer kommt, oder auch wenn man der Collector - Platte von Kupfer eine Collector - Platte von Zink substituirt. Dass das Zink zwischen zwei Kupferscheiben sich befindet, hebt das Vermögen des Zinks, seine positive Erregung an Collector-Platten mitzutheilen, nur in den Richtungen, welche durch die Berührungspuncte dieser Metalle unter einander gehen, oder durch diese Kupfer-Platte hindurch, aber nicht nach andern Richtungen auf. Eine Zinkplatte zwischen zwei Kupfer-Platten, wovon die eine oder die andere mit dem

Erdboden in Verbindung steht (der Fall, das beide Kupfer-Platten zugleich mit dem Erdboden in Verbindung stehen, gehört schon zu den geschlossenen Ketten) bringt vielmehr ihre volle positive Spannung hervor, wenn sie mit irgend einem Puncte ihres Standes mit einer Collector-Platte in Verbindung kommt.

Bei der Darstellung der hier angegebenen Versuche macht es schlechterdings in dem Erfolge keinen Unterschied, in welchem Verhältnis der Größe die Metallstücke gegen einander stehen, und wie groß oder klein die Berührungsstäche derselben unter einander sey. Die kleinsten Feilspähnchen, wenn sie nur in die kleinstmögliche Berührung unter einander und mit der Collector-Platte kommen, bringen ganz dieselbe Wirkung hervor, wie die größten Metallmassen mit der ausgedehntesten Berührung.

6. Berührt von den beiden mit einander in Gemeinschaft stehenden Metallen das eine die ihm homologe Collector-Platte, ohne dass das andere zugleich ableitend berührt, letzteres vielmehr an einer isolirenden Handhabe gehalten wird, so zeigen die Goldblättchen nicht die kleinste Spur von E. Indess lassen sich auch mit zwei Scheiben von Zink und Kupfer, die an isolirenden Handhaben gehalten werden, allmälig zunehmende Spuren von E. durch Hülfe des Condensators am Elektrometer hervorrusen, wenn man nach jedesmaliger Berührung der Collector - Platte durch das ihm homologe Metall das andere Metall, ehe jenes wieder mit ihm in Gemeinschaft tritt, ableitend berührt, und auf diese Weise auf () zurückbringt. Hat man dieses 12 - 15 mal wiederholt, so zeigt sich schon einige E. durch Divergenz der Goldblättchen, und dieser Zeitpunct tritt um so eher ein, je größer die Metallplatten sind und je kleiner verhältnissmässig die Obersläche des Condensators ist. kann auch mit diesen Metallen im isolirten Zustande, ohne dass sie ableitend berührt werden und Feuchtigkeit mit in's Spiel kommt, schon durch eine einmalige Berührung dem Condensator, wenn auch nicht seine volle Ladung verschaffen, doch schon merkliche Spuren von E. erhalten, wenn, während das eine Metall die Collector - Platte berührt, das andere mit einem isolirten metallischen Conductor von sehr ausgedehnter Obersläche oder sehr großer Capacität, also namentlich mit dem innern Belege einer el. Batterie in Gemeinschaft gebracht wird. Doch muss iener Leiter von demselben Metalle seyn, oder es muss bei Verschiedenheit der metallischen Qualität die Gemeinschaft durch einen nassen Körper vermittelt werden. Bringt man die innere Stanniol-Belegung einer grossen Batterie mit Kupfer in Berührung, so theilt letzteres der Condensator-Platte von Kupfer beinahe dieselbe Ladung mit, oder bringt in derselben eine eben so große negative Erregung hervor, wie Stanniol, der ableitend berührt wird, und dieselbe Condensator-Platte unmittelbar berührt.

7. Alle bisher angeführten Versuche führen im Wesentlichen zu einem und demselben Resultate und bilden einen und denselben Fundamental - Versuch, welchen man den Volta'schen Fundamental-Versuch nennen kann, da er zuerst von Volta angestellt worden ist, und dieser große Physiker vorzüglich auf diesen Versuch die Theorie der einfachen Kette sowohl als seiner Säule gebaut hat. VOLTA hat ihn, wie schon oben bemerkt, zuerst im Jahre 1796 in einem Briefe an GREN bekannt gemacht, dann aber besonders ausführlich in allen seinen Abänderungen in jener ersten Abhandlung, in welcher er die Theone seiner Säule entwickelt, beschrieben 1. Er ist jedoch bei dieser Gelegenheit in einen Irrthum gerathen, indem er behauptet, dass die unter 4 angegebene Methode nur eine halb so große Spannung wie diejenige gebe, welche man erhält, wenn man den Versneh auf die unter 5 angegebene Weise anstelle. Dieser brihum hing davon ab, dass er das Gesetz für die verschiedene condensirende Kraft des Condensators unter der Bedingung jener beiden Methoden nicht kannte, sondern in beiden Fällen für denselben Condensator einerlei condensirende Kraft annahm. Unter dieser Voraussetzung würde allerdings die Spannung in dem zweiten Falle doppelt so groß ausfallen müssen, wenn die beiden Metalle überhaupt einen Spannungsunterschied von constanter Größe mit einander eingehen, und unter Umständen sich befinden, wo sie auch nach vollkommener Ausgleichung mit dem Condensator ihre volle Spannung behaupten können. Dieselbe Spannung nämlich, wenn ihr ihre entgegengesetzte von gleicher Größe gegenübersteht, kann, um denselben Unterschied von Spannung in beiden Körpern zu geben, nur halb soviel betragen, als wenn ihr () gegenübersteht, oder sie muls

¹ Ueber die sogenannte gulvanische Elektricität von Alex. Volta. G. X. 421.

in dem letzteren Falle doppelt so groß seyn, und diese muss daher auch, wenn die condensirende Kraft in beiden Fällen die gleiche ist, und durch die Condensation an der Größe der Spannung selbst nichts vermindert wird, oder ein relativ unerschöpflicher Quell von el. Erregung vorhanden ist, am Elektrometer doppelt so groß ausfallen, Jägen hat aber zuerst durch Versuche nachgewiesen¹, dass wenn die den Condensator zugeführte E. ihre entgegengesetzte in der andern Platte erst aus der Erde hervorrufen muss, die entstehende Ladung nur halb so groß erscheint, als wenn der andern Condensatorplatte die entgegengesetzte E. ebenfalls aus einer unerschöpslichen Quelle zugeführt wird. Diesen Unterschied beobachtet man am augenscheinlichsten, wenn man den oben unter 4 angegebenen Versuch mit den zweien Condensatoren, deren Collectorplatten und obere Platten durch einen Metalldraht verbunden wurden. so abandert, dass man zwar die unteren Platten nach wie vor metallisch verbindet, aber die oberen Platten nur mit dem Finger ableitend berührt. Im letztern Falle wird die Spannung nur halb so grofs ausfallen, was keinen andern Grund haben kann, als dass die Condensatoren nur halb so stark condensiren, indem für die Erregung der E. selbst in den untern Platten die Umstände dieselben bleiben, und also auch der el. Erregungsprocess in beiden unverändert geblieben seyn muss. Es ist auch begreiflich, dass wenn alle Condensation auf der anziehenden und bindenden Krast, die das + auf seinen Gegensatz + ausübt, beruht, und ihrer Größe nach von der Größe dieser anziehenden (bindenden) Kraft abhängt, diese Condensation doppelt so groß ausfallen muß, wenn das + diese anziehende Kraft nur nach einer Richtung hin auszuüben hat, d. h. sein Gegensatz mit dem es zu 0 verbunden war, in gleichem Masse nach einer andern Seite hin beschäftigt ist, als wenn es von seinem unbeschäftigten Gegensatze des 0, aus dem es frei gemacht wurde, rückwärts gezogen wird, und folglich seine anziehende Kraft nach der andern Seite zu nur zur Halfte frei ausüben kann. Dieser Fall tritt aber gerade bei der unter 4 beschriebenen Art des Versuchs ein, wo folglich die condensirende Kraft desselben Condensators noch einmal so groß ist, als bei der unter 5 beschriebenen Anstellungsart des Versuchs. Nennen wir die

¹ G XIII. 390, 420.

condensirende Krast im letzteren Falle n, so ist sie im erstern Falle = 2n, und da die ganze Wirkung auf das Elektrometer gleich dem Producte aus der Spannung t in die condensirende Krast ist, so erhält man eben darum in beiden Fällen gleiche Divergenz der Goldblättchen, wenn gleich in 4 die Spannung nur die Hälste von derjenigen in 5 ist, weil ½ t×2n=tn ist.

8. Das zuerst von Volta aus diesen verschiedenen Versuchen gezogene Resultat, wie es der Beschreibung der Versuche selbst in 3 vorausgeschickt worden ist, so wie die Richtigkeit der Versuche selbst, sind wiederholt von einigen Physikern, unter diesen am beharrlichsten von Parror bestritten worden. Letzterer führt 1 folgendes experimentum crucis gegen Volta's Theorie an: " Man bringe zwei wohl polirte, auf einander passende, gleich große Platten, die eine von Zink, die andere von Kupfer, die eine mit der Erde, die andere mit dem doppelten oben beschriebenen Condensator" ein Cuthbertson'scher, wie sie unter dem Artikel: Condensator beschrieben sind, dessen größere Platten 8" die kleineren 11" im Durchmesser haben, und die unter den günstigsten Umständen zusammen 10000 mal condensiren), "dessen beide Plattenpaare höchstens 100 Z. von einander abstehen, in vollkommene Berührung, so zeigt sich keine Spur von E., wofern man bei der Anlegung der Leitungsdrähte keine Reibung erzeugt hat, welches bei diesem Condensator dadurch verhindert wird, des die Anlegung und Abnahme der Leitungsdrähte an den Condensator und von demselben durch eine Schraube geschieht. Der Erfolg ist immer derselbe mit 3,5 und 10 zölligen Plattenpaaren." Es folgt nach PARROT aus diesem entscheidenden Versuche, dass die von Volta angenommene Impulsion, die Störung des Gleichgewichts der E. heterogener Körper, nicht statt findet, und dass sich überhaupt keine freie E. bei der wechselseitigen Berührung solcher Metalle zeigt, wohl aber bei dem Auflegen und Trennen derselben, welches Auflegen und Trennen aber bei der Säule nicht statt findet. In einem Zusatze zu einem in Gilbert's Annalen 2 eingerückten Aufsatze wiederholt PARROT dieselbe Behauptung, dass die ruhenden Metallplatten durch ihre blosse Berührung durchaus keine im

¹ Grundrifs der theor. Phys. II. 556.

² Bd. LXI. 288.

Geringsten in Betracht kommende E. erregen, da sein Elektrometer mit doppelten Condensatoren keine Spur davon anzeigte, ungeachtet dasselbe doch schon Traung eines Grades Spannung anzuzeigen im Stande gewesen seyn würde. Wenn PARROT an einem andern Orte 1 Versuche anführt, wo er nach vorheriger Berührung zweier, wohl polirter, Zink - und Kupferplatten von 5" im Durchmesser unter einander durch Abhebung und Prüfung durch den Condensator vom Zinke + E und vom Kupfer -E erhielt, und diese Versuche dem ungeachtet nicht als beweisend ansieht, so stützt er sich dabei auf den Umstand, dass im Falle die eine nicht abgehobene Platte mit dem Erdboden in Verbindung stand, dennoch die Spannung nicht in dem Verhältnisse wuchs, in welchem die Berührung der Platten und die Abhebung wiederholt wurde, sondern die Spannungen sich hierbei ganz unregelmäßig, und sogar nach mehrmaliger Wiederholung wieder vermindert, dann auf einmal sehr groß zeigten, Erscheinungen, welche PARROT ohne Zweifel als einen Beweis ansieht, dass die E. hier durch zufällige veränderliche Ursächen, nämlich durch das verschiedene Aneinanderreiben und Stoßen erregt worden seyen, wozu dann noch der Umstand kam, dass auch bei unvollkommener Isolirung der beiden Metallplatten durch lange Glasstangen sieh doch Zeichen von E. nur im Ganzen schwächer als in der ersten Reihe von Versuchen zeigten, da doch in diesem Falle nach Volta's Theorie gar keine Spur (?) von E. hätte zum Vorschein kommen sollen.

Wovon nun dieser ungünstige Ausfall der Parrot'schen Versuche abgehangen haben mag, ist nicht zu entscheiden, wenn wir etwa den Fall ausnehmen, in welchem sich die Kupferscheibe in Verbindung mit dem Erdboden, das Zink sich also zwischen Kupfer und Messing (denn von diesem Metall waren die Verbindungsdrähte mit dem Condensator) befand, wo dann freilich nur die 'höchst schwache el. Spannung zwischen Kupfer und Messing, aber keineswegs die zwischen Kupfer und Zink zum Vorschein kommen konnte. Indess kann dadurch die Gewissheit des obigen Resultats auf keine Weise erschüttert werden. Dass auf den Erfolg der Versuche das Reiben, Stosen, Drücken auch nicht den geringsten Einstus habe, davon habe ich mich durch eine wohl tausendsache Wiederholung obiger

¹ Dessen Grundrifs II. 658,

Versuche vollkommen überzeugt. Die Spannung blieb ihrer Größe nach im Wesentlichen dieselbe mit den kleinen Abande rungen, die von der Einrichtung und Gebrauchsart des Condensators unzertrennlich sind. Der Einwurf Pannor's, dass nicht die mbenden Metalle schon durch ihre blosse Berührung freie E. erhalten, sondern diese erst nach ihrer Entfernung von einander zum Vorschein komme, und dass daher keine Anwendung auf die Säule gemacht werden könne, in welcher die Metallplatten ruhig auf einander liegen bleiben, widerlegt sich vollkommen durch folgende zwei Arten den Versuch anzustellen, von welchen die zweite besonders wichtig ist, da durch dieselbe auch andere unrichtige Deutungen des Volta'schen Fundamental-Versuches beseitiget werden. Von zwei in ihren Dimensionen und in ihrer condensirenden Kraft einander soviel möglich gleichen Condensatoren, deren eine Scheibe von Kupfer, die andere von Zink ist, wird die Kupferscheibe des einen auf ein Goldblattelektrometer, die Zinkscheibe des andern auf ein anderes Goldblattelektrometer aufgeschraubt, und es werden die ihnen zugehörigen Scheiben aufgesetzt, die durch einen an sie gelötheten Streisen Metall mit einander in Verbindung stehen. Berührt man nur die beiden untern Platten ableitend, und entfemt die Elektrometer mit diesen ihren Scheiben nach Aufhebung der Verbindung mit dem Erdboden durch eine angemessene Vonichtung von den obern Scheiben, so dass diese in ihrer Lage unverrückt bleiben, so wird das Elektrometer mit der Kupferplatte, die durch die E. der obern Zinkplatte nach dem Gesetze der Vertheilung erregte - E, das Elektrometer mit der Zinkscheibe die eben so von der auf ihr befindlich gewesenen erregte + E und zwar beide von gleicher Spannung anzeigen. In diesem Falle, haben doch unstreitig die beiden obern Platten durch eine E. gewirkt, die sie besassen, so lange sie sich berührten, und blos berührten, da diese Berührung nicht aufgehoben winde. In einer etwas abgeänderten Gestalt lässt sich dieser Versuch auch so anstellen. Man schraube auf ein Elektrometer eine Kupferplatte a, die mit einer Firnisschicht überzogen ist, auf diese lege man vermittelst einer isolirenden Handhabe von Glas die in den Rand derselben seitwärts eingeschraubt ist, eine zweite Kupferplatte b, die an ihrer unteren Fläche gleichfalls mit einer Firmisschicht überzogen ist, deren obere Fläche aber aufs vollkommenste abgeschliffen metallisch ist, auf diese lege

man eine eben so wie b vorgerichtete Zinkscheibe c, so dass sie mit ihrer wohlabgeschlissenen metallischen Fläche in unmittelbare Berührung mit b kommt, ihre mit Firnils überzogene andere Fläche aber nach oben gekehrt ist, endlich lege man auf diese eine vierte Zinkplatte d, deren untere Fläche mit einer Firnissschicht überzogen und die mit einem isolirenden Handgriffe versehen ist. Berührt man nun die oberste und unterste Platte d, und a ableitend, und hebt dann die obere Platte d ab, und prüft sie durch ein Elektrometer, so wird dieselbe-E zeigen, und die Goldblättchen des andern Elektrometers, auf welchem noch die übrigen drei Platten ruhen, werden mit +E, jedoch von geringerer Spannung, aus einander gehen. In diesem höchst entscheidenden Versuche wirkten doch offenbar die Elektricitäten der beiden Scheiben b und c, die in ihrer metallischen Berührung galvanisch auf einander wirkten, frei nach außen, ungeachtet sie ruhig auf einander liegen blieben, und ungeachtet bei der unmittelbaren Berührung und des so viel mög-· lich vollkommenen Parallelismus ihrer Oberstächen ihre E. nach den gewöhnlichen Gesetzen sich vollkommen hätten binden sollen; denn wie hätte ohne eine solche vertheilende Wirkung nach außen in der Scheibe d jene - E entstehen können, und welche andere Quelle von Elektricitätserregung als die in der blossen Berührung von b und c gegebene lässt sich hier nachweißen? Dass die nach der Entfernung der condensirenden Platte d nun nicht mehr gebundene + E c durch Anziehung und Bindung von - E aus dem 0 der Kupferplatte a und Freimachung und Zurücktreibung der + E die Goldblättchen mit dieser E. aus einander treiben, dass aber die davon abhängige Spannung schwächer seyn musste, als die negative in d. weil sich die + E von & nun auf der doppelten Obersläche (nämlich die der Kupferscheibe b mit gerechnet) ausgebreitet hatte. - folgt nothwendig aus bekannten elektrischen Gesetzen.

Auch andere Physiker haben den Volta'schen Fundamentalversuch vollkommen bestätigt gefunden, namentlich Jägen, der den Einfluss abgeänderter Umstände auf den verschiedenen Ausfall desselben sehr genau bestimmte¹, und G. G. Schmidt, dessen Zeugnis, als eines so genauen Physikers, besonders vollgültig ist. Wenn dieser bei der Anstellung des Versuchs nach der

¹ G. XIII. 415.

unter 4 angegebenen Methode bei der ersten Aufhebung des Deckels 3° bis 5° E. erhielt, so steigerten wiederholte Berührungen diese Spannung regelmäßig auf 15°, wenn man zwischen je zwei Versuchen den Deckel oder die Basis ableitend berührte. und zwar im ersten Falle in der Basis, im letztern im Deckel. Würde die Stärke der Spannung ganz genau durch die Grade eines Goldblattelektrometers, und zwar im einfachen Verhältnisse der Zahl derselben angegeben, so würde demnach die Spannung durch dieses Verfahren auf das Dreifache gesteigert worden seyn. Da indess bei dieser Zunahme der Divergenz zugleich auch die Anziehung der Seitenwände in Betracht kommt, die natürlich in dem Verhältnisse zunimmt, in welchem sich die Goldblättchen bei ihrer zunehmenden Divergenz dieser Seitenwandung mehr nähern, so geben die Grade eines solchen Elektrometers an und für sich nie genaue Masse. Dem unter 3 aufgestellten Grundgesetze und der Wirkungskrast des Condensators gemäß müßte, wenn man das 0 in den beiden Metallen als ein wenigstens in Beziehung auf die Capacität des Condensators unerschöpfliches betrachten dürfte, die Spannung böchstens auf das Doppelte gestiegen seyn, da sie sich bei fortgesetzten Berührungen aus einem Spannungsunterschiede zwischen einem gleichen + und - in einen zwischen + und 0 verwandelt hätte, der um der gleiche in beiden Fällen zu seyn, in dem letztern Falle die doppelte Spannung erfordert. selbst schien auch bei Wiederholung dieses Versuchs bei Anwendung eines Elektrometers, das so genau wie möglich zu einem genauen Malse der Spannung regulirt war, die Spannung nicht mehr als verdoppelt worden zu seyn.

10. J. Bischoff und v. Münchow haben Versuche bekannt gemacht aus welchem dem ersten Anscheine nach das dem Volta'schen Fundamental-Versuche gerade entgegengesetzte Resultat hervorzugehen schien, nämlich dass von den zwei Metallen Zink und Kupfer durch die Berührung das erstere vielmehr negativ, das letztere positiv werde. Sie bedienten sich 8 Par. Z. im Durchmesser haltender Metallplatten, die alle sehr sorgfältig an einander abgeschliffen, und mit Mastixfirnis auf ihren Berührungsstächen überzogen waren. Beim Aufeinandersetzen der so zugerichteten Metalle auseinander wirkten diesel-

¹ Poggendorffs An. der Ph. I. 279.

ben ohne allen Zweifel wechselseitig condensatorisch aufeinander, und da jene Physiker die Verbindung der beiden Metallplatten unter einander nicht durch einen Metalldraht, sondern durch den Finger machten, so fehlte hier offenbar die wesentliche Bedingung zur galvanischen Wechselwirkung der Metalle mit einander, nämlich unmittelbare oder durch andere Metalle vermittelte Gemeinschaft derselben mit einander. Woher indels die so auffallenden und ihrer Beschaffenheit nach constanten Zeichen von E, in den Versuchen jener Physiker abgehangen haben mögen, ist noch etwas problematisch. Wurden nämlich die beiden auf einander gesetzten Platten nach ihrer gleichzeitigen Berührung mit den Fingern von einander getrennt, so verhielt sich das Kupfer gewöhnlich stark +, das Zink gewöhnlich stark - el., und zwar bis zum starken Anschlagen der Goldblättchen. Diese starke Wirkung trat aber nur dann ein, wenn die Platten mit ihren Firnissschichten an einander gerieben wurden. War aber durch ein einmaliges Reiben die E. in den Metallen erregt worden, so dauerte sie Stunden und Tage lang fort. Stellt man nun mit einem solchen Condensator den Volta'schen Fundamentalversuch (4) an, indem man die beiden Metalle durch einen Draht mit einander verbindet, so kann es leicht geschehen, dass das Zink nun statt + E, - E zeigt, und so umgekehrt das Kupfer + E. Der Grund hiervon liegt aber, wie aus der Vergleichung aller Erscheinungen hervorgeht, in der Concurrenz zweier Wirkungen, die einander entgegengesetzt sich wechselseitig beschränken, und wovon die eine die andere im Verhältnisse ihres Uebergewichts ganz verschwinden macht, und mit dem Unterschiede beider gleichsam als ein Rest zum Vorschein kommt. Man wird nämlich immer finden, dass wenn das Kupfer in einem solchen Falle mit +, das Zink mit - E auftritt, ihre respectiven E schwächer sind, als wenn ihre Verbindung durch den blossen Finger gemacht worden wäre, offenbar weil nun die durch die galvanische Wirkung der Metalle aufeinander erregte - E im Kupfer und + E im Zinke, die nach dem andern Gesetze in ihren erregten entgegengesetzten Elektricitäten beschränkt haben, und war die durch die Verbindung der beiden Metallplatten mit dem Finger erregte E. an und für sich schwach, so wird sich das Zink auch wohl +, das Kupfer - zeigen, jedoch immer schwächer, als wenn jene andere entgegengesetzte E. gar-nicht vor-

handen ist 1. Ich habe gefunden, dals gewisse Zink - und Kupserplatten mehr disponirt waren, durch Abreiben ihrer Firnisschichten an einander solche (elektrophorische?) E. anzunehmen als andere. Von zwei Condensatoren a und b. deren Zinkund Kupserplatten dem Ansehen nach einander ganz gleich waren, zeigte der eine a sehr starke + E des Kupfers und - E des Zinks, der andere keine Spur solcher E. Ich setzte dann die Kupferplatte von b statt der Zinkplatte auf die Kupferplatte von a, verband beide durch den Finger mit einander und hob die Kupferplatte von b ab; jetzt zeigte die Kupferplatte von a micht mehr +, sondern starke - E; wurde derselbe Versuch mit der Zinkplatte von b angestellt, so zeigte auch dann noch die Kupferplatte von a - E, aber in einem viel schwächeren Grade. Im Allgemeinen habe ich gefunden, dass der Ueberzug der Metallscheiben von Mastixfirniss leichter zur Erregung solcher anomalen Elektricitäten Veranlassung gab, als mit Bernsteinsirnis. Ich halte daher diese ganze Wirkung für eine durch Reiben zwischen den Firnisschichten und den Metallen entstandene, da sie auch ihrem Grade nach viel stärker ist, als man in irgend einem Falle durch bloße Berührung der Körper unter einander erhalten kann, und man muls daher, wenn man nicht unsichere und täuschende Resultate erhalten will, bei Anstellung galvanischer Versuche mit dem Condensator stets zuvor des letzteren Verhalten in dieser Rücksicht prüfen.

11. Wersen wir nochmals einen Rückblick auf die von 4—10 mitgetheilten Versuche und die Erörterung derselben, so ergiebt sich aus ihnen unbezweiselt die Richtigkeit des in 3 ausgestellten Grundgesetzes, dass durch die blosse Berührung zweier Körper, wie Zink und Kupfer, das el. Gleichgewicht gestört, oder eine el. Erregung veranlasst werde, vermöge welcher das Zink bis zu einem bestimmten Grade + das Kupferwird. Diese E. müssen von den Berührungspuncten, in welchen sie entstehen, ausgegangen, als nach aussen thätig und frei betrachtet werden, selbst auch so lange, als die Berührung sontdauert; und nicht als in wechselseitiger Bindung ruhend und latent, weil sie sonst nicht in dem unter 8 angeführten Versuche ihre Gegensätze in den Scheiben der Condensatoren hät-

¹ Vgl. Ueber den Voltaschen Fundamentalversuch von C. II. Pfaff. Schweigg. XVI. S. 129.

ten hervorrusen können. Da nun aber anderseits die E. ihre Natur nicht verleugnen können, d. h. dem allgemeinen Gesetze gemäß wirken müssen, nach welchem gleiche entgegengesetzte E., welche an Ebenen sich befinden, die in wechselseitiger Berührung stehen, sich vollkommen latent und nach außen unwirksam machen, so sind wir vorläufig schon gezwungen, hier die Zwischenkunft eines neuen Verhältnisses, einer eigenthümlichen Kraft anzunehmen, welche diese mit gleicher Spannung einander gegenüberstehende E. auseinander hält, und trotz der vollkommenen Leitung ihrer Ausgleichung, ungeachtet der für die wechselseitige Bindung günstigsten Umstände, ihr Latentwerden hindert, und es erlaubt, dass sie in dieser ihrer Wirkung nach außen die Platten von Condensatoren bis zu demselben Grade ihrer eigenen Spannung laden, wenn die Umstände von der Art sind, dass durch diese Ladung nicht zugleich der bestimmte Spannungs - Unterschied, bis zu welchem jene mit einem bestimmten Masse wirkende Kraft, die E. allein auseinander zu halten vermag, überschritten werden müßte. Welches nun diese Kraft und welches die Wirkungsart derselben, und wie weit die vorläufig hier aufgestellte Behauptung, dass die in der Berührung erregte E. auseinander, statt gegeneinander wirken, nicht von allen Seiten zugegeben worden ist, darüber wird der theoretische Theil am schicklichsten weitere Auskunft ertheilen.

- der trockenen Erreger und Spannungsreihe derselben. Dasselbe Verhältniss oder derselbe el. Erregungsprocess, der durch die angesührten Versuche für Zink und Kupser nachgewiesen worden ist, läst sich auf ähnliche Weise auch für je zwei andere Körper, die in einem werklichen Grade Leiter der E. sind, nachweisen, die eben darum auch, weil sie durch ihre blosse Berührung die vorher ruhende oder im Gleichgewicht gestandene E. in Bewegung setzen, oder das vorherige Gleichgewicht stören, mit dem allgemeinen Namen von Elektricitätsbewegern (Elektromotores) bezeichnet werden können. Nach der Arlaber, wie sie sich in diesem merkwürdigen Processe gegen einander verhalten, zerfallen sie selbst wieder in zwei Hauptabtheilungen welche Volta zuerst genau unterschieden hat, namlich
- 1. In Erreger oder Elektromotoren der ersten Classe ode trockene Erreger, und

2. in Erreger oder Elektromotoren der zweiten Classe oder feuchte Erreger.

Zu den Erregern der ersten Classe, die, wie alle Erreger auch Leiter der galvanischen Thätigkeit sind, gehören a. alle Metalle in ihrem reinen metallischen Zustande, sowohl die Metalle im engern Sinne, oder die schweren Metalle, als auch die leichten Alkali – und Erd-Metalle, b. alle Metalllegirungen, c. alle Erze, welche noch in einem merklichen Grade Leiter der E. sind, also die meisten Verbindungen der Metalle mit Schwefel und Selen, d. viele Verbindungen der Metalle mit Sauerstoff, die gleichfalls Leiter der E. sind, e. die Kohle und mehrere kohlenhaltige Körper, in welche die Kohle mit ihren charakteristischen physischen Eigenschaften mehr eingemengt, als chemisch damit verbunden ist, so wie die Verbindungen der Metalle mit Kohle.

13. Je zwei Korper dieser ersten Classe mit einander in Berührung gebracht, verhalten sich auf ähnliche Weise wie Ampfer und Zink, dieselbe Art von Elektricitätserregung oder Storung des el. Gleichgewichts tritt ein, die eben so bis zu einem bestimmten, für je zwei solche Körper constanten, Spannungsunterschiede geht, die man auch den Grad el. Polarisirung nennen kann, welche für den einen derselben + für den andem-ist. Vergleicht man nun das galvanische Verhalten dieser Körper, d. h. die Art und Intensität der el. Polarität, welche jeder einzelne nach der Reihe mit allen übrigen zeigt, so ergiebt sich das für die Theorie höchst wichtige Resultat, dass de diese Körper in eine große Reihe geordnet werden können, w dals zwischen zwei Körpern, welche die Endglieder der Reihe ausmachen, alle übrigen ihren Platz finden, und so auf enander folgen, dass a. der Spannungsunterschied oder die el. Polarität, welche die beiden an den zwei äussersten Enden der Reihe stehenden Körper mit einander geben, die größte Intensität hat, - für den einen und + für den andern. b. Dass überhaupt je zwei Körper dieser Reihe eine um so größere el. Polaritet, - für den einen und + für den andern, oder was damit gleichbedeutend ist, einen um so größeren Spannungsunterschied zeigen, je weiter sie in der Reihe aus einander liegen, oder je mehrere zur Reihe gehörige Körper zwischen sie allen. c. Dass mit Ausnahme der beiden an den Extremen stehenden Körper, wovon man den einen in Beziehung auf die

Reihe selbst, den absolut positiven, den andern den absolut negativen nennen kann, wiefern jener mit allen übrigen +, dieser hingegen - wird, alle übrigen gleichsam nach zwei Seiten hingekehrt mit allen dem - Ende näher wie sie liegenden +, mit allen dem + Ende näher stehenden, dagegen - werden; d. dass endlich der Spannungsunterschied zweier Körper a und z jedes Abstandes in dieser Spannungsreihe gleich ist der Summe der einzelnen Spannungsunterschiede aller zu diesem Stücke der Reihe gehörenden zwischen ihnen liegenden Körper in der Ordnung genommen, wie sie auf einander folgen, d. h. dass der' Spannungsunterschied von a z == ist dem Spannungsunterschiede von ab + bc + cd + wz, woraus denn von selbst folgt, dals der Spannungsunterschied der beiden äußersten Endglieder gleich ist der Summe der Spannungsunterschiede aller übrigen Glieder der Reihe in der Ordnung genommen, welche das Gesetz der Reihe erheischt.

14. Die Auffindung dieser Spannungsreihe und der angegebenen Gesetze insbesondere, oder die richtige Anordnung der Körper, für welche allein diese Gesetze gültig sind, ist ein reines Resultat der Erfahrung. Es kommt daher alles auf die Genauigkeit und Untrüglichkeit der Methode an, deren man sich zur Ausmittelung jenes Verhaltens und insbesondere zur Bestimmung der Größe des Spannungsunterschiedes bedient. Vor der Entdeckung des Elektromagnetismus gab es innerhalb der Sphäre des einfachen Galvanismus zweierlei Methoden der Ausmittelung, pämlich durch den Condensator und die Aequivalente desselben, den Collector und Duplicator, und durch Froschpräparate, wozu dann nach Erfindung der Säule die Methode durch Hülfe derselben die Spannung zu verstärken hinzukam. Die Methode der Ausmittelung durch den Condensator besteht darin, dass man mit einer Collectorplatte von Zink, die auf ein Goldblattelektrometer aufgeschraubt wird, die verschiedenen Körper, die man zwischen den Fingern hält, in Berührung bringt, während man zugleich die obere Scheibe des Condensators; die von einem beliebigen Metalle seyn kann. ableitend berührt; da in diesem Falle der zwischen den Fingern gehaltene Korper in 0 el. Zustande bleibt (indem hierbei von der schwachen galvanischen Einwirkung der Finger selbst abgesehen wird), so erreicht die el. Spannung des Zinks ihr mögliches Maximum.

Man wird finden, dass das Zink zwar mit allen unter 12 ansgezählten Körpern positiv el. wird, aber in einem verschiedenen Grade, und anderweitige Versuche, von denen sogleich die Rede seyn wird, haben dann bewiesen, dass diejenigen Körper, mit welchen das Zink in geringerem Grade + el. geworden ist, mit allen denjenigen, die dasselbe stärker erregt hatten, ihrerseits in der Berührung + letztere - werden. anf die Intensität der el. Spannung, welche an dem Goldblattelektrometer nach Abhebung des Deckels des Condensators sichtbar wird, weder die Größe noch die Gestalt des mit dem Zink in Berührung gesetzten Körpers einen merklichen Einfluss zu haben scheint, so sind auch die kleinsten Bruchstücke der verschiedenen Körper hierzu brauchbar. Die einzige Unvollkommenheit dieser Methode besteht darin, dass alle Spannungsverschiedenkeiten der so ungemein großen Zahl von Körpern. die zur ersten Classe gehören, innerhalb der Grenzen einiger Grade des Goldblattelektrometers eingeschlossen sind, und die Spannungen, welche in der Reihe an einander grenzende Körper in dem Zinke hervorrufen, in ihrer Größe an einem gewöhnlichen Goldblattelektrometer nicht unterscheidbar sind, und folglich nach dieser Methode ihre respective Stelle verhältnissmäßig gegen einander in der Reihe nicht wohl zu bestimmen wäre. Indess lassen sich diese kleineren Verschiedenheiten schon dadurch sichtlicher machen, dass man sich eines Elektrometers nach PARROT's Angabe 1 bedient, welches ich schon füher zu diesem Behufe in Anwendung gebracht hatte², wo nämlich eine Stange seitwärts dem Goldblättchen genähert wird, des längs einem Metallstabe von gleicher Breite und Länge herabhängt, und durch die verschiedenen Entsernungen, in welchen die hineingeschobene Stange das Goldblättchen bis zu einer bestimmten Elongation anzieht, auch schon kleine Verschiedenheiten in der erregten Spannung mit Genauigkeit angezeigt werden. Man kann nun ferner auch der Collectorplatte von Zink eine in Kupfer substituiren, mit welcher dann alle diejenigen Körper, welche in der ersten Reihe von Versuchen mit dem Zinke eine schwächere positive Spannung hervorbrachten, als das Kupfer, in der Kupferplatte nunmehr eine

^{1 8.} Elektrometer, Th. III. 8, 656.

² G. XXIII. 55.

IV, Bd.

negative, dagegen alle diejenigen Körper, die das Kupfer in der positiven Erregung übertroffen hatten, nun auch im Kupfer + E. erregen werden, aber um die ganze Größe vermindert, welche das Kupfer an und für sich in dem Zinke hervorgerufen hatte. Noch lässt sich die el. Erregung, welche je zwei Korper der ersten Classe mit einander gaben, auch unmittelbar nach dem in 6 angegebenen Verfahren finden, indem man den einen Körper zwischen den Fingern hält, den andern darauf, und auf diesen eine mit Wasser benetzte Pappscheibe legt, so dass die Gemeinschaft mit der Collectorplatte des Condensators, die in diesem Falle von einem beliebigen Metalle seyn kann, keine unmittelbare, sondern durch den seuchten Leiter vermittelte Es versteht sich von selbst, dass ehe der Deckel des Condensators aufgehoben wird, die Körper außer Berührung mit der Collectorplatte gebracht werden müssen. Kehrt man dann den Versuch um, so dass nur derjenige Körper, der vorher ableitend berührt wurde, vermittelst des feuchten Leiters mit der Collectorplatte in die nächste Gemeinschaft kommt, so wird nun die entgegengesetzte E. von merklich gleicher Spannung zum Vorschein kommen, und zwar wird von zweien solchen Körpern jedesmal derjenige, der in der ersten Reihe von Versuchen mit dem Zinke die stärkere positive Spannung gesetzt hatte, negativ, der andere positiv erscheinen, und der Unterschied, der in jener Reihe von Versuchen zwischen den respectiven Spannungen, die sie am Zinke gaben, sich zeigte, wird gleich der el. Spannung seyn, welche sie mit einander selbst geben, wobei aber vorausgesetzt wird, dass zur Bestimmung der Spannungen ein so viel möglich genau regulirtes Elektrometer angewandt werde.

Da selbst durch Hülfe eines sehr guten Condensators von einer 100 bis 200fachen condensirenden Kraft, die schwachen Elektricitäten, welche nahe an einander grenzende Metalle mit einander erregen, nicht angezeigt werden, namentlich bei der Berührung einer Collectorplatte von Kupfer mit Gold, Platin, Silber, Antimon, Wismuth, Eisen keine Wirkung zum Vorschein kommt, und nur eben das Zinn einerseits und die Kohle andererseits anfangen, einige Spuren zu zeigen, so hat man durch zu Hülfe nehmen eines zweiten Condensators von ganz gleicher Beschaffenheit wie der erste ein sehr bequemes und sicheres Mittel diese schwachen Spannungen ungemein zu ver-

sürken, ein Mittel, welches besonders auch nützlich ist, wehn man die schwache Erregung mancher feuchten Erreger mit den trodesen bestimmen will. Man schraubt nämlich auf ein zweits Elektrometer den zweiten Condensator und zwar so, dass de darauf geschraubte Scheibe, die als Collectorplatte dient, mi der oberen Scheibe des ersten Condensators homolog ist. Getzt nun, die erste Scheibe zeige nach dem ersten Abheben die Spannung hundertmal verstärkt, und der zweite Condensator condensire seiner Seits auch hundertmal, so wird man, wenn man den Versuch durch Berühren der untern Platte des ersten Condensators, Abheben seiner oberen Scheibe, und Anbringen derselben an die Collectorplatte des zweiten Condensators oft genug wiederholt, die ursprüngliche Spannung bis auf das 10000fache verstärken können, und selbst bei den schwächsten Enegungen wird gewöhnlich eine zehnmalige Wiederholung diese Verfahrens hinreichen, die Goldblättchen zum Anschlagen zu bringen. Eine gleiche metallische Beschaffenheit der obgen Scheibe des ersten und der untern oder Collectorscheibe des zweiten Condensators ist darum nöthig, dam't zwischen ihen selbst durch wechselseitige Berührung keine Elektricitätsenegung statt finde, und sich in das Resultat einmische. Aus dem Gesetze der Wirkungsart des Condensators leuchtet übrigens von selbst ein, dass die E., welche das zweite Elektrometer zeigt, gerade die entgegengesetzte von derjenigen ist, welche der zu prüfende Körper in der untern Scheibe des ersten Condensators exregt hat.

15. Ein zweites Verfahren, in der ersten Periode häufig angewandt, um die Stelle, welche die Erreger der ersten Classe in der Spannungsreihe einnehmen, zu bestimmen, und auszumitteln, welcher von beiden der positive, welcher der negative sey, bestand in der Anwendung derselhen als Armaturen bei Froschpräparaten. Ritten hat besonders dieses Verfahren un-Fig ter verschiedenen Abänderungen benutzt 1. Man präparirt die 78 hinteren Extremitäten, und zwar für diesen Zweck am besten von kleinen und jungen Fröschen, indem man die Cruralnerven 3, b, soviel möglich von allem Zellgewebe und den Blütgefäßen,

¹ Neue Versuche und Bemerkungen u. s. w. In Briefen an den Betausgeber. Erster Brief. Ueber die Spannungsreihe der Leiter. 6. XVI. 293.

die zugleich mit ihnen zu den Muskeln gehen, befreit, dann das Becken, auf dem sie liegen, indem man das eine Blatt einer Scheere unter die Cruralnerven selbst schiebt, und das Becken zwischen dieses Blatt und das andere bringt, dicht über den Schenkeln und am Ende des Rückgrats durchschneidet, dasselbe entfernt, und nun noch das Rückgrat selbst dicht über dem Ursprunge der Cruralnerven trennt, wodurch der Vortheil erreicht wird, dass die hintern Extremitäten mit ihren Nerven von dem übrigen Körper getrennt sind, diese Nerven selbst aber noch an einem kleinen Stückehen des Rückgrats hängen, wodurch die Handhabung derselben sehr erleichtert wird. Um jede Extremität mit ihrem Nerven abgesondert für sich dem Versuche unterwerfen zu können, durchschneidet man nun noch jedes Stückchen vom Rückgrat in der Mitte der Länge nach, wo dann der Nerve jeder Seite an der dieser zugehörigen Hälfte hängen bleibt, und leichter manipulirt werden kann. Wenn man an dea einen Nerven a Zink, in welcher Form man will z. B. in Form eines Plättchens, womit man den Nerven auch wohl umwickeln kann, an den andern Kupfer anlegt, und nun die Kette schliefst, dadurch dass man das Zink mit dem Kupfer in Berührung bringt, so zeigt sich namentlich bei kleinern und jüngern Fröschen fast sogleich nach Abtrennung der Gliedmaßen von dem übrigen Körper, bei größeren etwas später im Augenblicke der Schliessung die Zuckung (Schliessungszuckung) bestimmt allein, oder doch die stärkere Zuckung in derjenigen Extremität, deren Nerv mit dem Zinke, und die Zuckung in dem Augenblicke der Trennung (Trennungezuckung) bestimmt allein oder eben so vorzüglich in derjenigen Extremität, deren Nerv mit dem Kupfer bewaffnet ist. In diesem Zustande der Erregbarkeit, vorzüglich aber wenn die Schließungszuckung ausschliefslich in der mit dem Zinke, die Trennungszuckung ausschließlich in der mit dem Kupfer armirten Extremität eintritt, ist das Froschpräparat zu obigen Versuchen tauglich. Uebersieht man dieses, so können die Resultate widersprechend ausfallen. Es giebt nämlich Zustände von höherer Reizbarkeit, namentlich bei größeren Individuen, wo unmittelbar nach der Abtrennung der Gliedmalsen vom Rumpfe, gerade der entgegengesetzte Erfolg statt findet, indem die Schliessungszuckung ausschliesslich oder wenigstens vorzüglich in der mit Kupfer armirten Extremität eintritt, Zustände, über welche besonders RITTER

interessante Erfahrungen mitgetheilt hat 1. In jenem zweiten Zustande der Erregbarkeit, dessen Daseyn wir hier woraussetzen, wird von den beiden Körpern, mit denen die Nerven armirt werden, stets derjenige der positive seyn, welche die Schliessungszuckung, derjenige dagegen der negative, welcher die Trennungszuckung giebt. Man kann auf diese Weise jeden beliebigen Körper a mit allen übrigen experimentirend vergleichen. Gesetzt man hätte gefunden, dass er mit einer Zahl von Körpern β , γ , δ , ϵ , u. s. w. die Schließungszuckung, dagegen mit einer andern Zahl von Körpern b, c, d, e, u. s. w. die Trennungszuckung gegeben hätte, so wird auch jeder der Körper b, c, d, e, mit allen Körpern β , γ , δ , ε die Schliessungszuckung, letztere aber werden die Trennungszuckung geben. Auch wird man immer bei der Prüfung des el. Verhältnisses dieser beiden Körper durch den Condensator (nach 6) finden, dass derjenige, der die Schließungszuckung gegeben hat, gegen denjenigen, der die Trennungszuckung gab, sich positiv, letztere gegen ihn sich negativ erhält. Nach der Analogie, da man bis jetzt dieses Resultat ets erhalten hat, kann man daher schließen, daß es allgemein gültig sey. Und eben darin liegt der Werth dieses Verfahrens, dass man vermittelst dieser Zuckungsversuche noch Auskunft über die relative Stelle zweier Körper in der Spannungsreihe erhalten kann, wo der Condensator nicht mehr ausreicht, d. h. keine Blektricitätserregung zwischen ihnen selbst, oder keinen Unterschied in der Spannung, den sie etwa mit einem dritten Körper eingehen, anzeigt, weil beide zu geringe sind. RITTER hat ein Verfahren angegeben, das noch weiter als das erwähnte reicht, um die Stelle irgend eines trockenen Erregers in der Spannungsreihe zu bestimmen 2. Mit dem zu untersuchenden Körper und einem seinem Orte in der Spannungsreihe nach schon bekannten Metalle schliesst man eine Kette genau, wobei das Froschpräparat bereits schon so weit in seiner Erregbarkeit gesunken seyn kann, dass es bei der Schließung der Kette gar keine Zuckung mehr zeigt, und sichert die mit einander verbundenen Erreger am Berührungsorte g 78. durch eine kleine hölzerne Schraube, oder auch, indem man sie mit einem Gewichte beschwert, vor jeder Verrückung. Dar-

^{,1 8.} Dessen Beiträge 2ter Bd. Stes u. 4tes Stück. 8. 70 ff.

² G. XVI. 296.

auf nimmt man die äußere Belegung einer kleinen sehr schwach geladenen Leidner Flasche zwischen die feuchten Finger der einen Hand, berührt mit einem angeseuchteten Finger der andern Hand die Kette bei h, und bringt sodann den Knopf oder Haken der innern Belegung bei g, gleichviel ob an e oder anf. War die Flasche inwendig positiv geladen und erschien beim Entladen durch die Kette gh die Zuckung allein oder vorzüglich in dem Schenkel, dessen Nerve mit dem seiner el. Qualität nach zu bestimmenden Körper armirt ist, so kann man gewils seyn, dass jener Körper x in Berührung mit dem andern sich positiv el. verhalte, erscheint aber die Zuckung im andern Schenkel, so ist x der negative Erreger. Der Grund dieser Methode beruht darauf, dass auf der zweiten Stufe der Erregbarkeit die + E einen stärkeren Reiz auf den Nerven ausübt, als die negative, wenn nämlich jene abwärts in der Richtung nach dem Muskel durch den Nerven wirkt, oder die Richtung, welcher die Ausgleichung zwischen + und - erfolgt, für das + den Nerven abwärts nach den Muskeln zu statt findet, als wenn die -E sich in diesem Falle befindet. In der Sprache derjenigen, welche nur eine el. Materie annehmen, würde man sagen, dass der den Nerven abwärts gehende el. Strom einen stärkern Reiz ausübt, als der die Nerven aufwärts gehende. Nun aber verhalten sich zwei Metalle (oder überhaupt zwei Erreger der ersten Classe) wenn sie, wie in dem Fingerversuche, mit den Nerven und Muskeln zur Kette geschlossen werden, in Beziehung auf die Nerven wie die äußere und innere Belegung einer geladenen Flasche bei ihrer Entladung, so dass, wenn die Flasche im Innern geladen ist, dasjenige Metall, das nach Art der innern Belegung wirkt, das positive, das andere das negative ist. Da nun das positive Metall bei der oben angegebenen Entladungsweise der Flasche in demselben Sinne wie die Flasche selbst, das negative Metall in einem entgegengesetzten Sinne wirkt, so mus für den Schenkel, dessen Nerve mit dem positiven Metalle armirt ist, der Reiz verstärkt, in dem andern dagegen vermindert werden, und eben darum in dem erstern die stärkere Zuckung oder nur ausschließend in den letzteren die schwächere zum Vorschein kommen, oder wenn man die Ladung der Flasche schwach genug genommen hat, ganz ausbleiben.

16. Eine dritte Methode das el. Verhalten zweier Erreger

der ersten Classe mit einander auszumitteln, besteht darin, aus einer gehörigen Anzahl von Paaren derselben mit nassgemachten Scheiben von Pappe oder Tuch eine Volta'sche Säule zu errichten. Da die el. Spannung, welche die zwei, ein einzelnes Paar ausmachenden, trockenen Erreger mit einander geben, im Verhalmils der Anzahl der Paare zunimmt, so kann man auf diese Art durch Hülfe des Condensators leicht ausmitteln, welcher Pol der Säule der positive, welcher der negative ist, wobei sich dann auch ohne weiteres ergiebt, welcher von den beiden trockenen Erregern in der wechselseitigen el. Erregung mit postivem, welcher mit negativem Charakter auftritt. Auch ohne Hülse des Condensators lässt sich durch den Ort, an welchem in der Gasentwickelungsröhre, durch welchen man die beiden Pole mit einander verbindet, das Wasserstoffgas austritt, die el Beschaffenheit der Pole und damit der einzelnen trockenen Erreger bestimmen, denn wenn auch die Säule in ihrer Wirksamkeit noch so schwach ist, wird man bei Anwendung von Drähten zur Entbindung des Gases, die sich leicht oxydiren, wie z. B. von Eisendrähten an der Oxydation des einen. ond an der Entwickelung, wenn auch nur einzelner kleiner Gasblasen an dem andern Drahte die Stelle ides Oxygen - und Hydrogen - Poles leicht erkennen können. Uebrigens ist dieses Verfahren vorzüglich nur anwendbar für Körper, die sich leicht in eine Form z. B. von Platten bringen lassen, die eine Uebereinanderschichtung derselben gestattet.

17. Vor den bisher angesührten Methoden hat indess noch das Versahren den Vorzug, das wir den Entdeckungen im Gebiete des Elektromagnetismus verdanken. Die Art der Ablenkung einer Magnetnadel dient hierbei als Mittel der Bestimmung, und bei gehöriger Vorrichtung ist diese unstreitig das empsindlichste und sicherste Reagens zur Ausmittelung des galvanischen Verhaltens je zweier trockener Erreger mit einander. Man bringt nämlich zwischen die beiden in dieser Hinsicht zu prüfenden Körper eine beseuchtete Pappe oder Tuchscheibe, und schließt die Kette, indem man das eine Ende des recht stark vervielsaltigenden Multiplicators z. B. von 100 oder 200 Windungen mit dem einen Körper und das andere Ende mit dem andern Körper in genaue Berührung bringt. Kennt man nun zum Voraus die Ablenkung, welche die Nadel durch eine ähnliche Kette von Kupser und Zink ersährt, so wird von je zwei

andern Körpern z und y die nun die Stelle des Kupfers und Zinks einnehmen, derjenige z. B. y, der an der Stelle des Zinks gerade dieselbe Ablenkung hervorbringt, welche dieses vorher bewirkt hatte, +, und also der andere - seyn, die entgegengesetzte Ablenkung der Magnetnadel wird dagegen den entgegengesetzten el. Charakter, d. h. den - in y, und den + in x verrathen. Sollten die Korper x und y in der Spannungsreihe einander so nahe stehen, dass die von ihrer durch den Draht des Multiplicators vermittelten Gemeinschaft abhängige Störung des el. Gleichgewichts und darauf beruhende el. Strömung, oder wie man sonst die der geschlossenen Kette statt findende Action auch nennen mag, zu schwach wäre, um die Magnetnadel bei der angegebenen Vorrichtung zu afficiren, so mülste man dass Reagens der Magnetnadel durch den von BECQUEREL vorgeschlagenen Apparat 1 oder durch Anwendung des Galvanometers von Nobili 2 noch empfindlicher machen. Auch ganz kleine Bruchstücke von Körpern geben in solchen Fällen noch einen entscheidenden Ausschlag, wenn sie eine etwas stärkere Spannung mit einander erzeugen, obgleich in allen Fällen die Wirkung auf die Magnetnadel mit der Größe der Berührungsfläche des feuchten Leiters mit dem trockenen Erreger zunimmt, und bei schwacher Wirkung der letztern mit einander, große Platten nöthig sind.

18. Bei Anwendung der von 15—17 beschriebenen Verfahrungsarten ist jedesmal ein feuchter Leiter mit im Spiele. Die el. Action hängt also in allen diesen Fällen nicht bloß von der Wechselwirkung der trockenen Erreger mit einander, sondern auch beider mit dem feuchten Leiter ab. Dasselbe gilt auch in dem Falle, wenn bei Anwendung des Condensators nach dem in 6 beschriebenen Verfahren der eine trockene Erreger ableitend berührt wird, und also der Einwirkung der Feuchtigkeit der Finger oder des Erdbodens ausgesetzt ist. Die Bestimmung der polaren Thätigkeit der trockenen Erreger nach dem Erfolge jener Versuche gilt daher nur unter der Voraussetzung, daß der Beitrag der Erregung derselben mit einander überwiegend,

¹ Ueber eine Zusammenstellung von Galvanometern, durch welche Minima von Elektricität bemerkbar gemacht werden können. Schweige. N. R. VIII. 338.

² Bibl, Univ. XXIX. 119. und Poggendoril's Ann. VIII. 838.

oder ihr Verhalten gegen den feuchten Leiter merklich dasselbe, d. h. der Unterschied desselben geringer ist, als ihre eigene el. Erregung mit einander. Dieses scheint, wie weiter unten gezeigt werden soll, allerdings für die meisten trockenen Erreger in Beziehung auf das bloße Wasser zu gelten, und in so weit haben daher auch die auf die angezeigten Weisen erhaltenen Bestimmungen ihre Gültigkeit. Wendet man daher statt des letztern einen andern feuchten Leiter an, insbesondere einen solchen, der auf den einen oder den andern der trockenen Erreger eine starke chemische Wirkung ausübt, so kann wohl auch ein Erfolg, z. B. eine Abweichung der Magnetnadel statt finden, welcher gerade ein eutgegengesetztes Verhalten der trockenen Erreger anzeigen würde, als sie in der That mit einander eingehen, wenn man nämlich den Erfolg als bloß abhängig von ihrer Wirkung auf einander ansehen würde.

19. Durch die angezeigten Versuche haben verschiedene Physiker die Spannungsreihe der Erreger der ersten Classe in cinem theils größern theils kleineren Umfange bestimmt. Daß ihre Resultate nicht ganz mit einander übereinstimmen, hat seinen Grund vorzüglich darin, dass die von ihnen unter einerlei Namen aufgeführten Körper nicht streng dieselben waren und kleine Beimischungen die Stelle eines Körpers in der Reihe bedeutend ändern können, auch das Verfahren bei den Versuchen nicht immer das richtige war¹. Ich selbst habe zuerst durch Versuche mit Froschpraparaten die relative Stärke der el. Erregung je zwei trockener Erreger mit einander, durch die Stärke der Zuckungen, welche sie als Armaturen die Nerven und Muskeln erregten, annähernd für viele Körper bestimmt; sie auch schon in Beziehung auf einander durch die Zeichen + und unterschieden, wobei ich denjenigen der beiden Erreger, der als Muskel - Armatur mit dem andern als Nerven - Armatur einen stärkern Reiz als bei der umgekehrten Vertheilung ausübte, duch + bezeichnete, wofür aber nach den spätern Aufklärungen gerade das entgegengesetzte Zeichen gilt2. Demnächst hat Volta auf ähnliche Weise die Spannungsreihe bestimmt. Sie

¹ Vgl. Meine vorläufigen Bemerkungen in G. XXIII. S. 52.

² Ueber thierische Elektricität u. s. w. 8. 60 ff. 8. 96 ff.

³ S. Dessen Schreiben an den Herrn Abt Vassali über die thierische Elektricität, herausgegeben von Mayer, Prag 1796 und dessen
, erste Abhandlung über die sogenannte galv. Elektricität in G. X. 486.

ist folgende, wobei ich, wie bei den nachfolgenden Reihen mit dem am meisten negativen Körper den Anfang mache und die Erreger so auf einander folgen lasse, wie jeder derselben mit den ihm vorangehenden +, mit den ihm nachfolgenden — wird:

— Schwarzes krystallisches Braunsteinoxyd (sogenanntes Graubraunsteinerz); Graphit; verschiedene Arten von Kohle; Silber; Quecksilber; Kupfer; Eisen; Zinn; Blei; Zink +.

Viel umfassender ist die von RITTER aufgestellte Reihe² vorzüglich auch durch Versuche mit Froschpräparaten bestimmt: — Krystallisirtes Magnesiumoxyd; Graphit; Palladium; Arsenikkies; Kupferkies; Schwefelkies; Kupfernikel; Zinngraupen; Bleiglanz; Kohle; Silber; Quecksilber; Gold; Platin; Spießglanz; Messing; Kupfer; Arsenik; Kobalt; Wismuth; Eisen; Zinn; Blei; Zink +.

Dr. HEIDMANN hat gleichfalls nach Versuchen an Froschpräparaten eine Spannungsreise der trockenen Erreger, die sich auf eine noch viel größere Anzahl von Körpern erstreckt, aufgestellt3. Er hat aber das Versehen dabei begangen, dass er die beiden trockenen Erreger Z und S, die er als Armaturen der 79. beiden Nerven der hintern Froschextremitäten anwendete, um nach dem Eintreten der Schließungszuckung in der einen und der Trennungszuckung in der andern Extremität den + und el. Charakter der beiden Korper zu bestimmen, nicht in unmittelbare Berührung mit einander brachte, oder nicht durch einen Metalldraht, sondern durch eine nasse leinene Schnur f mit einander verband. In diesem Falle wurde also die Richtung der el. Thätigkeit (der Strömung) nicht durch die Art, wie die trockenen Erreger selbst in ihrer unmittelbaren Berührung auf einander wirken, sondern durch die Art, wie sie in Berührung mit dem feuchten Leiter el. erregt werden, bestimmt. Hierbei ist es nun allerdings merkwürdig, dass auch bei dieser, an sich unrichtigen, Art der Bestimmung, die Reihe im Ganzen eben so ausfiel, wie bei der in 15 beschriebenen richtigen Methode, indem auch in diesem Falle die Schließungszuckung auf Seiten desjenigen trockenen Erregers eintrat, der mit dem andern in unmittelbarer Berührung + geworden wäre, also z. B. bei An-

¹ Vgl. Pfaff und Friedlander franz. Annalen 1. Heft. 177. 178.

² G. XVI. 293.

S G. XXI. 93.

wendung von Zink (Z) und Silber (S) auf Seiten des Zinks. Es würde sich daraus das allgemeine Resultat ergeben, dass von zwei trockenen Erregern derjenige, der mit dem andern — wird, auch mit dem Wasser oder der Nervensubstanz in einem höheren Grade — werde, als der andere mit ihm + werdende: weil nur unter dieser Bedingung die el. Action (Strömung) dieselbe Richtung erhalten kann, wie durch unmittelbare Berührung der trockenen Erreger unter einander. Uebrigens weicht Hernmann's Spannungsreihe darin von allen andern wesentlich ab, dass an ihrem einen äußersten negativen Ende Kohle, Kohlenblende und Graphit noch über dem krystallisirten Braunsteinerze steht, was nach allen sonstigen Bestimmungsarten unrichtig ist, auch finden sich noch sonstige Abweichungen z. B. in Betreff der Stelle des Platins, das dem negativen Ende viel zu nahe steht u. s. w.

Die umfassendste Spannungsreihe der reinen Metalle verdanken wie Poegendorff der sie durch die Hülfe der Magnetnadel und des Multiplicators nach der unter 17 angegebenen Methode ausgemittelt hat, und zwar in folgender Ordnung: — (Manganhyperoxyd, Graphit); Platin; Kohle; Bleiganz, Gold; Tellur; (Schwefelkies, Schwefelkupfer); Quecksilber, Nickel; Silber; Chrom; Arsenik; Antimon; Wismuth; Kobalt; Kupfernikel; Magneteisenstein; Kupfer; Messing; Uran; Stahl; Eisen; Zinn; Blei; Mangan; Kadmium; Zink +.

Ganz neuerlich hat Dr. MARIANINI Professor der Physik zu Venedig, gleichfalls mit Hülfe der Magnetnadel die Spannungsreihe der trockenen Erreger bestimmt², wobei er nur auf die Richtung ihrer Abweichung, und nicht auf die Größe derselben Rücksicht nahm, welche, wie er richtig erkannte, nicht bloß von der Art und dem Grade der el. Erregung der trockenen Erreger mit einander, sondern von der Intensität der Leitung in der geschlossenen Kette abhängt, welche durch mehrere von jener Erregung unabhängige Umstände bestimmt wird. Als feuchter Zwischenleiter diente ihm Meerwasser mit Tog Schwefelsäne und zwar brachte er in seinen Versuchen jede Substanz mit allen übrigen zusammen, um ihren relativen el. Werth zu bestimmen und wo die Substanzen mit einander nur eine sehr

¹ Isis. 1821. 706.

² Schweigg. J. N. R. XIX. 48.

schwache Erregung gaben, suchte er durch Vergrößerung der Platten den Ausschlag noch merklich zu machen. Auch hier gilt indess die Bemerkung, dass der Schluss auf den relativen el. Charakter der beiden Erreger nur unter der Voraussetzung gültig ist, dass die elektromotorische Wirkung der beiden trockenen Erreger mit einander das Uebergewicht in der Bestimmung der Richtung des el. Stromes über die elektromotorische Thätigkeit der Feuchtigkeit mit den beiden trockenen Erregern nach beiden Seiten hin habe, sey es nun, dass diese letztere Erregung überhaupt an sich die schwächere sey, oder, wenn gleich die stärkere, sich wechselseitig durch ihre gleichartige Wirkung nach entgegengesetzten Seiten hin aushebe.

Folgendes ist die von MARIANINI aufgestellte Reihe von dem am meisten negativen Erreger ausgegangen: - Kohle (sehr oxydirte, lange der Luft ausgesetzte;) Graubraunsteinerz (strahliges); Schwefelkies (unkrystallisirter); Magnetkies, Arsenikkies (krystallisirter); Graphit; Tellur (Goldhaltiges, gediegenes); Gold; Platin; Kupferkies; Tellur (blättriges); Kobaltglanz; Fahlerz; Arseniknickel; Kohle (langsam bis zur Temperatur der Luft erkaltet und frisch bereitet); Bleiglanz; Rothgültigerz; Antimonsilber; Quecksilber; Silber; Antimon (angelaufenes); Arsenik; Molybdänglanz; Zinnober (krystallisirter); Kupfer (angelaufenes); Antimon (glanzendes); Kohle (kurz nach dem Ablöschen durch schnelles Eintauchen in Wasser); Nickel; Wismuth (angelaufenes); Messing (sehr oxydirtes); Kupfer (glänzendes); Messing; Magneteisen (krystallisirtes); Eisen; Blei (angelausenes); Mangan; Zinn; Blei (glänzendes); Kohle in dem Augenblicke geprüft, wo die lebhaft brennende in Wasser eingetaucht wird); Zink +. Uranpecherz, natürliches Chrom-Eisen und dunkles Rothgültigerz, welche in meinen Versuchen sehr bestimmte el. Erregung mit Zink durch den Condensator geprüft zeigten, gaben MARIANINI keine Spur von elektromotorischer Thätigkeit.

Meine eigenen Versuche mit dem Condensator gaben mir, unter der Voraussetzung, daß, wenn von zwei Körpern a und b der eine a einen dritten a in höherem Grade + oder — macht, als der Körper b, a mit b im ersten Falle —, im zweiten Falle + werde, eine Voraussetzung, für welche die Analogie der damit übereinstimmenden directen Resultate vieler Versuche

spricht, folgende Reihe, die zugleich eine große Zahl von Erzen umfalst:

-Krystallisirtes Graubraunsteinerz; Schrifterz (eine Legiung von Gold, Silber und Tellur); Derber Wolfram (eisenhaliges Scheeloxydul); Graphit; Titanoxyd (sogenannter Oisani oder Atanase); Cornisches Zinnerz (Pecherz); Uranoxydul; Schwefelmolybdän (Wasserblei); Arsenikkies; Kupfernickel; Zinngraupen; Bleiglanz; Kupferkies; Kupferglanzerz; Schwefelkies; Glaserz; Kohle; Silber; Quecksilber;
Gold; Platin; Spießglanz; Kupfer; Arsenik; Kobalt; Wismuth; Eisen; Zinn; Kadmium; Blei; Zink +.

Die von CUMMING aufgestellte Reihe 1: Kohle; Platin; Gold; Silber; Antimon; Kupfer; Blei; Zinn; Eisen; Wismuth; Zink; verdient bei den auffallenden Abweichungen von den Resultaten anderer Physiker kein Zutrauen, auch bleibt es merklärlich, wie er das Kohlenende +, das Zinkende — Rennen kann.

20. Der Spannungsunterschied, welchen jel zwei einander in der Spannungsreihe, wie sie namentlich nach meinen eigenen Versuchen aufgestellt ist, zunächst gelegene Körper mit einander zeigen, ist bei weitem nicht immer gleich dem Spannungsunterschiede je zweier anderer gleichfalls unmittelbar an einander grenzender Körper, oder gleiche Intervalle, nach der Zahl der zwischengelegten Körper bestimmt, bestimmen nicht gleiche Größen des Spannungsunterschieds. So findet gleichum ein auffallender Sprung vom Zink zum Blei statt, so dass dieses mit jenem eine eben so große Erregung giebt, als die Kohle mit dem Blei, so theilt das Kupfer die ganze Reihe gleichsam in zwei Hälsten, ohngeachtet in dem einen Zwischenraume zwischen den Graubraunsteinerze und Kupfer sich in meiner Reihe 22 Körper, in dem andern Zwischenraume zwischen dem Kupser und Zink sich nur 6 befinden. Berührt man die Collectorplatte von Zink mit Kupser, das man zwischen den Fingern hält, so zeigt sich im Zinke eine eben so starke positive Spanning durch die Divergenz der Goldblättchen, als im Kupfer, wenn man nämlich die obere Kupferscheibe desselben Condensators zur Collectorscheibe macht, und mit einem zwischen den Fingern gehaltenen Krystalle von Graubraunsteinerz berührt, und

¹ Schweigg. X, 323.

die Spannung fällt doppelt so groß aus, wenn man wieder die, Zinkscheibe als Collectorscheibe mit dem Braunsteine berührt. Dieses Maximum von el. Spannung, was überhaupt durch die el. Erregung zweier Körper in der blossen Berührung zum Vorschein kommt, an sich betrachtet und auf seinen einfachen Werth zhriickgeführt, ist so gering, dass man kaum einige Wirkungen davon erwarten sollte. Zu seiner genauen vergleichbaren Bestimmung muss man die condensirende Kraft'des angewand-. ten Condensators genau kennen, und ein Elektrometer besitzen, dessen Grade einen vergleichbaren Werth haben. Die Erreichung der ersten Bedingung hat keine Schwierigkeit1, um so mehr die der zweiten 2. Volta bestimmte die Spannung des Zinks mit dem Silber auf O bezogen d. h. in ihrem Maximum zu In Grad seines Strohhalmelektrometers. Durch den Condensator etwa 100 mal verstärkt bewirkt diese Spannung in meinem Goldblattelektrometer, dessen Blättchen 11 Z. lang und etwa 2 Lin. breit sind, eine Divergenz von reichlich 2 Linien oder etwa von 6 Graden, oder die ursprüngliche Spannung ist etwa 15° desselben. Würden alle Körper, welche zur ersten Classe gehören, in der oben aufgestellten Reihe wirklich aufgezählt worden seyn, so möchte sich vielleicht ergeben, dass die Spannungen von dem einen Ende zum andern mehr regelmäßig stufenweise zunehmen, indem dann die Lücken wegfielen, welche jene Sprünge in den Spannungsunterschieden veranlassen, wie namentlich der Lücke zwischen Zink und Blei, in welcher mehrere andere noch nicht untersuchte Metalle ihren Platz finden dürften, und in PAGGENDORF's Reihe bereits gefunden haben. Auch ist das Zink wohl schwerlich das am meisten positive Metall, vielmehr wird aller Wahrscheinlichkeit nach die Reihe durch die Alkali - und Erd-Metalle fortgesetzt, und es wäre der Mühe werth, das Ammoniumamalgam auf seinen el. Werth zu prüsen, der ohne Zweisel schon mit dem Zinke in hohem Grade positiv für ersteres ausfallen dürfte.

Ueber den Einstus der Versetzungen der Metalle miteinander auf ihr galvanisches Erregungsvermögen, und also auch über die Stelle, welche verschiedene Metalllegirungen in der Spannungsreihe einnehmen, hat besonders Rit-

^{1.} S. Condensator.

^{2.} S. Elektrometer.

TER 1 viele Versuche angestellt und als Resultat erhalten, dass keine einzige Mischung zweier oder mehrerer Metalle den Ort in der Spannungsreihe einnimmt, welchen sie für ein Mittel aus ihren Factoren genommen, der Rechnung nach einnehmen sollte, dass von je zwei Metallen, welche mit einander in Vermischung kommen, eines vorzugsweise sich zum charakterisirenden aufwinft, und zwar im Durchschnitte das positive, so dass die Metallmischung nicht bloss positiver ist, als man nach dem Mittel beider Metalle erwarten sollte, sondern sogar häufig noch positiver, als das positivste von beiden Metallen, indem namentlich alle untersuchten Amalgame von Zinn und Quecksilber sogar noch unter das Blei zwischen dieses und das Zink, ferner die Amalgame von Zink und Quecksilber, Zinn und Quecksilber und letztere in noch höherem Grade als jene sogar unter das Zink fielen, und mit diesem noch positiv wurden, Amalgame von Quecksilcer und Gold sich mit beiden Metallen positiv verhielten, und sogar Versetzungen von Zink und Zinn in den Verhältnissen von 256: 1; 128: 1; endlich von 64: 1; sich gleichfalls positiver als das reine Zink erhielten, dass endlich alle Reihen, die durch Mischungen der nämlichen Metalle mit einander, aber in regulärsteigenden Verhältnissen entstehen, die Form des Zickzacks haben, oder wo nur wenige Glieder vorhanden sind, doch die Anlage dazu verrathen, so dass in der Reihe der Versetzungen des Zinks mit dem Zinn bei allmäliger Zunahme des letzteren nicht der positive Charakter der Legirang regelmäßig abnimmt, sondern mit Abwechslungen abund dann wieder zunimmt2. Nur zwei merkwürdige Ausnahmen führt Ritten an, wo die Metalllegirung einen mehr negativen Charakter zeigt, als nach einem Mittel aus beiden Metallen zu erwarten gewesen wäre, nämlich Messing, welches zwischen Kupfer und Platin fällt, und Silber in einem gewissen Verhälmisse mit Quecksilber versetzt. HEIDMANN behauptet zwar durch seine Versuche gefunden zu haben, dass die Metalllegirungen in der Reihe stets zwischen den Metallen, laus denen sie znsammengesetzt sind, stehen, und erklärt die abweichenden Resultate RITTER's aus dem mangelhasten Versahren desselben. Dieser Vorwurf trifft aber yielmehr das von Dr. HEIDMANN befolgte,

¹ G. XVI. 301.

² a. a. O. 96 und elektrisches System der Körper 8. 11. Anm.

wie schon oben gezeigt worden ist, und RITTER's Resultate werden auch durch die Erfahrungen anderer Physiker bestätigt, wie z. B. Volta's, welcher gleichfalls bemerkte, dass die el. Wirksamkeit des Zinks durch etwas Zinn oder Zinn und Blei zugleich in großem Grade erhöht werde 1, eben so Baugnatelli's, der Zusammensetzungen aus Zink und Spielsglanz, Zink und Quécksilber mit Silber stärker wirken sah, als irgend ein anderes Metall, so wie durch meine eigenen Versuche in Beziehung auf das Messing und die Versetzungen des Zinks mit Zinn.

21. Die aufgestellte Spannungsreihe der trockenen Erreger gilt indess nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen. höheren Temperaturen ändert sich die galvanische Spannungsreihe gänzlich, und wird die umgekehrte, worauf die Erscheinungen des Thermomagnetismus beruhen, unter welchem Artikel von diesem Verhältnisse näher die Rede seyn wird. Zwei Stücke eines und desselben Metalls von einer Verschiedenheit der Temperatur, die 60 bis 100° R. beträgt, wirken schon merklich, wie zwei verschiedene Metalle, die in der Spannungsreihe einander nahe stehen, und zwar verhält sich von den dem negativen Ende näher liegenden Metallen wie Kupfer, Platin das heilsere als das positive, das kältere als das negative, wie namentlich WALKER bei einer einfachen Kette aus Platin, Schwefelsäure, Platin, die durch einen Multiplicator geschlossen wurde, an der Art der Abweichung der Magnetnadel 2, Schweigen bei einer mehrfachen Kette oder einer Art von Kasten - Apparat aus, durch eine Weingeistlampe erhitztem, Kupfer, Kupfer von der gewöhnlichen Temperatur und Salzsäure fand, wobei nach der Seite des ersteren hin der Sauerstoffpol lag 3. Mit diesen Erfahrungen scheinen die von MARIANIKI4 auf den ersten Blick nicht ganz in Uebereinstimmung zu stehen, vette aus Kupfer und Zink und einer aus Silber da bei einund Zinr die Intensität des el. Stromes, durch die Große der Ablenkung der Magnetnadel gemessen, bei der Erwärmung des Kupfers so wie des Silbers (des letzteren sogar bis zum Rothglühen) zunahm, ohngeachtet, wenn durch Erhitzung die ne-

¹ G. X. 425, Ann.

² Ebend. LXXX. 826.

⁸ Gchlen's Journal. IX. 705.

⁴ Schweigg, J. N. R. XIX. 45.

gativen Metalle einen mehr positiven Charakter annehmen, wegen des nun geringeren Spannungsunterschiedes zwischen Zink und dem heißen Kupfer, Zinn und dem rothglühenden Silber die Wirkung hätte schwächer seyn sollen. Da indels die Lebhaftigkeit der Thätigkeit in der geschlossenen Kette nicht bloss durch diesen Umstand, sondern auch durch das Leitungsvermögen, vorzüglich des flüssigen Leiters, bestimmt, dieses aber durch Erwärmung sehr erhöht wird, so könnte die davon abhängige Verstärkung der Schwächung durch den zweiten Umstand soweit entgegen wirken, dass selbst noch ein Ueberschuss für die Verstärkung der Thätigkeit (der el. Strömung) übrig bliebe. Auch die Erhitzung des Zinks verstärkte in obiger Kette die Wirkung, ohngeachtet auch hier von der einen Seite eher eine Schwächung zu erwarten war, da nach der thermomagnetischen Reihe zu schließen, die positiven Metalle durch Erhitzung an Positivität abnehmen, folglich der Spannungsuntenchied zwischen Kupfer und Zink vermindert werden müßte. ohne Zweifel aus demselben Grunde der Verstärkung des Leitangsvermögens.

22. Außer der verschiedenen Temperatur haben noch andere Umstände einen merklichen Einstus auf den Grad und die Art der el. Erregung, welche irgend ein Erreger der ersten Classe a mit den übrigen zeigt, so dass dadurch seine Stelle in der Spannungsreihe und eben damit seine ganze Rolle in der galvanischen Action sich merklich ändern kann. Es finden sich hierüber viele zerstreute Erfahrungen, neuerlich hat aber besonders wieder MARIANINI interessante Versuche darüber bekannt gemacht. Er führt als solche Umstände die Oxydation, die el. Strömung, welcher die Erreger eine Zeitlang in einer geschlossenen Kette unterworfen werden, und die Einwirkung des flüssigen Leiters an, und hat sich zur Ausfindung dieser Veränderungen der Magnetnadel mit dem Multiplicator als des empfindlichsten Reagens (nach 17) für diese Art der el. Erregung bedient. Die Oxydation, auch nur eine höchst oberflächliche, erhöht im Allgemeinen den negativen Charakter und kann die Stelle eines trockenen Erregers um viele Glieder verrücken. Streng genommen, ist derselbe freilich dann ein ganz anderer Körper geworden und er müsste als solcher besonders in der

¹ Schweigg. N. R. XIX. 34, ff.

IV Bd.

Spannungsreihe aufgeführt werden, wie auch mit der Kohle und einigen Metallen von Marranini in der von ihm aufgestellten Spannungsreihe geschehen ist.

Durch Versuche am Condensator ist zwar dieser Einfluss der Oxydation auf Veränderung des el. Verhaltens unmittelbar nicht untersucht worden, aber aus der Rolle, welche ein so veränderter Körper in der Kette spielt, slässt sich analogisch darauf schließen, wobei jedoch nicht zu übersehen ist, dals das veränderte elektromotorische Verhältniss des Oxyds gegen die Flüssigkeit selbst an dem Erfolge einen wesentlichen Autheil mit haben kann (vgl. 18). So kann eine an sich ganz unwirksame zweigliedrige Kette aus zwei einander in jeder Hinsicht ganz gleichen Metallplatten und einer Flüssigkeit sogleich wirksam gemacht werden, wenn man die eine Metallplatte in Umstände versetzt, die eine leichte Oxydation derselben veranlas sen, und zwar tritt sie in Beziehung auf die unveränderte Platte dann stets als negativer Erreger auf. Dieses gilt namentlich für zwei Eisen-, Zink-, Kupfer-, Blei-, Zinn- und Wismuth-Platten, wenn man sie beide in eine Flüssigkeit eintaucht, sie dann herauszieht, die eine sorgfältig abtrocknet, die andere aber sich mit Rost überziehen lässt, und dann beide mit einander und jener Flüssigkeit zur Kette schließt. Durch Oxydation kann man das Blei negativ gegen das Zinn machen, mit dem es in seinem unveränderten metallischen Zustande positiv wird; wird aber in der geschlossenen Kette das Oxyd durch die gesäuerte Flüssigkeit weggeschafft, so nimmt es seinen vorigen Charakter wieder an. Wismuth, Kobalt, Nickel und Antimon sollen nach MARIANINI mit metallisch glänzendem Kupfer --- , mit oberflächlich oxydirtem + werden. Wird die Fläche des Antimons ein wenig oxydirt, so wird es mit dem oberslächlich oxydirten Kupfer -, und Wismuth muss, je nachdem es oxydirt ist oder nicht, bald vor bald nach dem Kobalt eingereiht werden.

Ein zweiter Umstand, der auf die Veränderung des elektromotorischen Verhaltens Einsluss äusert, ist die el. Strömung selbst, welcher ein Erreger in einer geschlossenen Kette ausgesetzt wird. Elektrische Ströme gehören zu den Ursachen der Oxydation und Desoxydation, nur indirect daher könnte jenen die Veränderung beigemessen werden, welche sie in der elektromotorischen Krast der Metalle hervorbringen, wenn sich

diese Veränderung nicht auch kund thäte ohne Spur gleichzeitiger Oxydation, und bei flüssigen Leitern von der verschiedensten Art, vorausgesetzt, dass sie gleiche Leitungsfähigkeit besitzea. Ein Platin - Graphit - Paar veränderte durch mehrmals wiederholtes Eintauchen in ein Gemisch von 100 Theilen Wasser und 1 Theil Schwefelsäure seinen Charakter so, dass das ursprünglich positive Platin erst indifferent und zuletzt negativ gegen den Graphit wurde, der besonders geprüft keine Veränderung in seinem elektromotorischen Verhalten erlitten hatte. In kochendes Wasser getaucht nahm das Platin seinen vorigen positiven Charakter gegen den Graphit wieder an. Gold und Silber, beide positiv im Contact mit Graphit, bieten, obgleich auf eine weniger ausgezeichnete Weise, die nämlichen Erscheinungen dar. Ganz wie das Platin - Graphit - Paar verhält sich anch ein Platin - Gold - Paar, wo das Platin erst das positive Glied bildete. Ueberhaupt gilt nach MARIANINI'S Versuchen allgemein der Satz, dass in einer geschlossen Kette das ursprünglich positive Glied an Positivität, das ursprünglich negative an Negativität abnimmt, und die el. Pole sich gleichsam umkehren. Bringt man daher ein Metall, das in einer ersten Kette durch eine solche Ladung seinen Charakter z. B. aus dem positiven in den negativen, wie z. B. Platin, Gold, Silber, mit Graphit verändert hatte, in eine entgegengesetzte Kette mit Zink, Blei, Zinn oder Kupfer, so nimmt es durch eine entgegengesetzte Polæisirung seinen vorigen positiven Charakter wieder an. Man kann solche Strome von zwei Metallplatten die wegen ihrer vollkommenen Homogeneität in Beziehung auf einander ganz indifferent sind, die eine relativ gegen die andere nach Belieben positiv oder negativ machen. Hat man z. B. von zwei solchen vollkommen homogenen Silberplatten die eine in Verbindung mit einer Zinkplatte nur eine Minute lang im Wasser eingetaucht, welches 1 Kochsalz enthält, dann wieder abgetrocknet, so zeigt sie sich + gegen die andere, dagegen verliert sie diesen positiven Charakter wieder und nimmt in Beziehung auf dasselbe Silber einen negativen an, wenn man sie eine Zeitlang mit Graphit zur Kette geschlossen hat. Durch thnliche Versuche mit Metalllegirungen gegen die reinen Metalle fand Manianini, dass die elektromotorische Kraft eines Metalls durch den Einflus eines el. Stromes viel größere Verinderungen erleiden kann, als durch einen gewissen Grad von

Qq2

Legirung mit einem andern Metalle. Dals, wenn gleich unmerkliche, chemische Veränderungen, nämlich oberstächliche Hydrogenisationen und Oxydationen und nicht sowohl el. Ladungen der Metalle die Ursache dieser Veränderungen des galvanischen Erregungswerthes derselben seyn dürften, möchte man vielleicht aus einigen Erfahrungen Manianini's schließen. So verschieden auch die Veränderungen der elektromotorischen Kraft, des Goldes und Platin's sind, wenn man diese Metalle der Luft aussetzt (durch allmäliges Oxydiren der Hydrogenschicht), so beharren sie zugleich auch ganze Monate lang in gleicher Kraft, wenn Circulation der Luft um dieselben vermieden wird, wenn sie z. B. in Papier eingewickelt werden. So erhält Gold, das in einer Kette mit Zink an Positivität zugenommen hatte, seinen vorigen negativen Charakter wieder durch blosses Eintauchen in eine schwache Säure. Auch beschränken sich die Modificationen des elektromotorischen Verhaltens nur auf den Theil der Platten, welcher mit dem flüssigen Leiter im Contact war. Wenn man eine Goldplatte nimmt, und diese nur zum dritten Theile ihrer ganzen Höhe, welcher mit Zink zu einer Kette verbunden ist, nalst, mit dem entgegengesetzten Drittel aber eben so verfährt, indem, man es der Einwirkung von Graphit unterwirft, so wird in Hinsicht auf elektromotorische Thätigkeit das erste Segment unter (näher nach dem Zinke zu), das andere über dem Platin (nach dem - Ende der Reihe zu) stehend gefunden werden. Silber zeigt dieselben Erscheinungen. Je lebhafter die Thätigkeit der geschlossenen Kette ist, um so schneller erfolgen auch diese Umänderungen. den leichten oxydablen Metallen ist dieser Einfluss des el. Stromes an und für sieh auf die Veränderung des elektromotorischen Verhaltens weniger bestimmt auszumitteln, weil sich der Einflus einer merklichen Oxydation stets damit combinirt. zeigen sich gerade hier einige Erscheinungen, die die oben gegebene Erklärung durch eigentlich chemische Veränderungen etwas zweiselhast machen. Kupfer nämlich, das nach MARIAwing nur wenig mehr - gegen das Zink ist, als Messing steigt um vieles in seiner Negativität durch die Wirkung des Graphits, durch den Einfluss des Zinks hingegen wird es positiv gegen das Messing. Ganz von selbst aber nimmt es innerhalb 2-3 Min. seine natürliche Kraft wieder an. Dieselben Veränderungen treten beim Messing ein durch die Wirkung des Zinksund Graphits Im letzteren Falle zerstreut sich die erlangte höhere Negativität innerhalb weniger Minuten von selbst. Da bei Anwendung der chemischen Erklärung hier eine stattgehabte oberflächliche Oxydation des Messings angenommen werden mußte, so sieht man nicht recht ein, durch welchen chemischen Process an der Luft sich das Oxygen wieder zerstreuen, die Oxydschicht sich wieder reduciren sollte. Man wird eben darum geneigt, hier vielmehr el. Ladungen anzunehmen, auf welche wir bei Gelegenheit anderer Phänomene wieder zurückkommen werden.

Eisen, Zinn und Quecksilber nehmen in Verbindung mit negativen Metallen nicht an Positivität ab, aber wohl mit Zink zur Kette geschlossen daran zu. Das Eisen erhält dann einen niedrigeren Werth als das Blei und das Zinn, es nimmt von selbst seinen natürlichen Zustand wieder an. Quecksilber nimmt an Positivität nur durch mehrmaliges Zusammenbringen mit positiven Metallen zu, ist aber diese Veränderung einmal durch Einwirkung von Graphit wieder aufgehoben worden, so läßt sie sich nachher viel leichter von Neuem wieder hervorbringen. Die Kraft des Zinks endlich läßt sich weder erhöhen noch vermindern durch die Einwirkung eines el. Stromes.

Noch scheint eine Einwirkung des flüssigen Leiters auf das elektromotorische Verhalten statt zu finden, die nicht ganz unter die Kategorie des Oxydationsverhältnisses zu bringen ist. Man tauche zwei vollkommen metallisch glänzende Zinkplatten nach einander in einer Zwischenzeit von einer Minate in eine Flüssigkeit, es sey nun eine Auflösung von Kochsalz, oder ein gesauertes Wasser, so wird die, welche zuletzt eingetaucht wurde, - werden gegen die andere. Lässt man nun diese im flüssigen Leiter, während man die erste herausnimmt, abtrocknet und wieder eintaucht, so wird man bei abermaliger Schliesung beider zur Kette finden, dass die Wirkung sich ungekehrt habe. Bei abwechselndem Herausnehmen und Abtrocknen beider Platten wird die zuletzt abgetrocknete immer die negative seyn. Hierher gehört auch die von andern schon gemachte Erfahrung, dass von zwei Stücken des nämlichen Metalls, eingetaucht in eine Säure, welche fähig ist, sie anzugreifen, das zuerst eingetauchte +E annimmt im Verhältniss zu dem andern, wenn man sie zur Kette schließt. Zink zeigt diese Erscheinung am auffallendsten, Blei, Eisen, Zinn im schwächeren Grade, Messing, Kupfer, Silber, Gold, Platin und Graphit zeigen nichts dergleichen.

Diese Erfahrungen beweisen zur Genüge, wie schwierig es ist, die Stelle irgend eines trockenen Erregers in der Spannungsreihe auf irgend eine absolute Weise zu bestimmen, und erklären auch die scheinbaren Widersprücke in den verschiedenen Angaben der Physiker in Hinsicht dieser Stelle; auch werden dadurch manche anomale Erscheinungen begreiflich, wovon noch weiter unten die Rede seyn wird (vgl. 38).

23. Eine merkwürdige Folge der Ordnung, in welcher (nach 19) alle trockenen Erreger eine große Spannungsreihe bilden, und des Gesetzes dieser Ordnung in Betreff der relativen Größe der Spannungsunterschiede ist nun, dass, in welcher Menge und in welcher Ordnung man auch diese Erreger in der ungeschlossenen Kette an einander reiht, oder über einander schichtet, die dadurch an den beiden Endgliedern der Reihe hervorgebrachte Polarität, oder wenn das eine Endglied durch Verbindung mit dem Erdboden auf O gebracht ist, die respective + oder - Spannung am andern Endgliede stets der Art und dem Grade nach dieselben sind, als wenn die beiden Endglieder sich unmittelbar berührten, und keine Zwischenglieder, die ihre Wirkung auf einander vermitteln, sich zwischen ihnen befänden. Denkt man sich nämlich sämmtliche Erreger erst in ihrer der Spannungsreihe angemessenen Ordnung an einander gereiht, so folgt dieses ohne weiteres aus dem Gesetze, dass die Summe der Spannungsunterschiede der Zwischenglieder zwischen je zwei Endgliedern eines Stückes der Reihe oder der ganzen Reihe gleich ist dem Spannungsunterschiede, welchen die beiden Endglieder unmittelbar mit einander geben; denkt man sich nun in einer solchen Reihe a, b, c, d, e ... zwei Erreger c, d gerade in der entgegengesetzten Lage, so kommt zwar durch die unmittelbare Wechselwirkung von d mit b, und von c mit e die Wirkung von od doppelt in dem Sinne der Erregung, die sich in den Endgliedern zuletzt offenbart hinzu, indem nämlich bd nun gleich bc + cd und ce gleich cd + de ist, es mus aber die Wirkung od wegen der entgegengesetzten Lage von o und d und der davon abhängigen entgegengesetzten Richtung einmal abgezogen werden, so dass demnach dasselbe Quantum von Wirkung in beiden Fällen, nämlich b c+2cd+de-cd=bc+cd+de übrig bleibt. Dieselbe Schlussfolge gilt gleichmäßig, wenn man b mehrere Glieder überspringen liesse und z. B. mit f oder irgend einem andern dem einen Ende näheren Gliede in Berührung brächte; immer wird nach der einen Seite soviel verloren, als nach der andern gewonnen wird, stets ergiebt sich das gleiche Resultat der Identität der durch Zwischenglieder der ersten Classe in beliebiger Zahl und Ordnung vermittelten Erregung zweier solcher Körper, mit ihrer durch unmittelbare Berührung erhaltenen, womit auch die mit dem Condensator angestellten Versuche, die in dieser Hinsicht die untrüglichsten sind, vollkommen übereinstimmen.

24. Feuchte Erreger oder Erreger der zweiten Classe. Zur zweiten Classe der Erreger des Galvanismus gehören alle oxydirten Körper, sofern sie zugleich wasserhaltig oder feucht sind, welcher Verbindung mit dem Wasser sie auch ihr Leitungsvermögen für E. verdanken, so dass man schon zum Vorans ihre Wirksamkeit in dem galvanischen Processe als von diesem wesentlichen Mischungstheile derselben abhängig ansehen kann. Indess wird diese Wirksamkeit durch die sonstige Natur der mit dem Wasser verbundenen Substanz sowohl der Art als dem Grade nach wesentlich modificirt, in welcher Hinsicht vorzüglich die dreifache Verschiedenheit, ob diese Substanz mehracid, oder alkalisch oder neutral ist, in Betracht kommt. Zu dieser Classo gehören auch alle feste und festweiche Theile der organischen animalischen und vegetäbilischen Körper, so wie die Säste derselben, die sämmtlich gleichfalls ihr Erregungsand Leitungsvermögen ihrem Wassergehalte zu verdanken scheimen, wobei jedoch auch hier die anderweitige Beschaffenheit des Trägers jenes Wassers einen wesentlichen Einslus äussert.

25. Die Körper dieser zweiten Classe gehen mit allen Körpern der ersten Classe oder den trockenen Erregern einen ganz ihnlichen el. Erregungsprocess, wie diese unter sich, ein, d. h. durch ihre blosse wechselseitige Berührung mit denselben wird das el. Gleichgewicht gestört, es tritt el. Polarität auf, und zwar, wenn beide isolirt sind, + für den einen, - für den andern, und wie es scheint gleichfalls bis zu einem bestimmten unwandelbaren Spannungsunterschiede. Indess herrschen über dieses für die Theorie des Galvanismus so wichtige Verhältnis große Widersprüche unter den Resultaten der Versuche verschiedener Physiker, wovon der Grund vorzüglich mit in den davon unzertrennlichen, aus der Beschreibung der Versu-

che selbst zu ersehenden Schwierigkeiten liegt, von denen eine darin besteht, dass diese Körper schon in der wechselseitigen Berührung mit einander durch einen zwischen ihnen eintretenden chemischen Process ihre Natur verändern (die Metalle z. B. sich oxydiren), womit auch das Resultat des Versuchs sich abändern muss. Es wird also gerade in Beziehung auf diese Erreger wichtig seyn, von den Arbeiten der vorzüglichsten Galvanisten Rechenschaft zu geben, mit einer kritischen Prüfung, wozu ich' mich durch eigene Untersuchungen noch mehr in Stand zu setzen suchte; um doch einige sichere Resultate als eine Grundlage süe die Theorie selbst, zu gewinnen.

VOLTA, dem wir auch über dieses Verhältniss die ersten Entdeckungen verdanken, hat seine Versuche hierüber in seinen Briefen an Aldini bekannt gemacht1. Zur Ausmittelung dieser el. Erregung tränkte er Scheiben von Holz, Leder oder Pappe mit der zu untersuchenden Flüssigkeit, und trug vorzüglich dafür Sorge, dass keine eigentliche Nässe an ihnen hängen blieb, weswegen er sie nach gehöriger Befeuchtung mit grauem Löschpapier so weit trocknete, bis sie auf diesem keine sichtbare Zeichen der Feuchtigkeit mehr zurückließen, oder ließ sie auch in einer Atmosphäre von mittlerer Trockenheit von 80 - 85 Graden nach Saussüne's Hygrometer von selbst trocken werden. Sind die Scheiben zu nass, so bleibt bei der Trennung vom Metalle an demselben eine Schicht von Flüssigkeit hängen, in welchem Falle man also, wie Volta meint, nicht die im Metalle erregte E. ausmitteln könne, so wenig man die E., welche das Silber mit dem Zinn erhält, erfahren werde, wenn an dissem ein noch so dünnes Blättchen vom ersteren hängen bliebe. Werden die Scheiben zu trocken, so wirken sie schon mehr als Nichtleiter, die Resultate werden dann zweideutig, und häufig findet man dann in einigen Metallen, insbesondere im Zinke, die umgekehrte, nämlich + statt - E. Das weitere Versahren ist das in 6 beschriebene. Die Scheiben selbst, nachdem sie von einander getrennt sind, werden an die Collectorplatte des Condensators angebracht, und dieses Verfahren so oft wiederholt, bis der Condensator hinlanglich stark geladen ist, um bei Aufhebung des Deckels die Strohhälmchen oder Goldblätt-

¹ Ritter Beiträge 2ten Bd. 8, 4tes St. 51.

chen zum Divergiren zu bringen. Durch diese Versuche will nun Volta gefunden haben:

- 1. Dass alle feuchte Leiter ohne Ausnahme mit allen Metallen + diese mit ihnen werden, oder nach der von Volta angenommenen Franklin'sohen Theorie, alle Metalle an die feuchten Leiter E. abgeben und diese von ihnen empfangen.
- 2. Dass dieser el. Erregungsprocess zwischen dem reinen Wasser und den Metallen im Ganzen wirksamer ist, als zwischen den salzigen Flüssigkeiten und den Metallen oder dass das reine Wasser stärker + wird.
- 3. Dass jedoch die alkalischen Laugen und selbst die Kalkmilch und das Kalkwasser beide bedeutend übertreffen, indem sie mit dem Zinn viel stärker + werden.
- 4. Dass das Zink, das noch mit allen Metallen + el. wird, die merkwürdige Eigenschaft besitzt, mit allen Leitern der zweiten Classe stärker zu werden, oder ihnen mehr E. abzugeben, als alle übrigen Metalle.
- 5. Dass endlich mit Ausnahme von 3 der el. Erregungsprocels zwischen den Metallen und den Flüssigkeiten im Ganzen nur schwach ist, und nur von einer Stärke wie derjenige, weleher zwischen zwei Metallen, die in der Spannungsreihe ganz nahe an einander stehen, wie z. B. Zinn und Blei statt findet.

Auch PARROT1 will, wie Volta gefunden haben, dass sowohl Wasser als mit Wasser verdünnte Säuren, namentlich verdünnte Salpetersäure, sowohl mit dem Zink als mit dem Kupfer +, diese Metalle - el. werden, und zwar die Säure in einem bedeutend höheren Grade als das blosse Wasser in dem Verhältnisse von 121 zu 14. Wenn man indels PARROT's Versuche genauer ansieht, so überzeugt man sich bald, dass dieselben keine reinen Resultate über die Erregung von E. in der wechselseitigen Berührung der Metalle und feuchten Leiter geben konnten, indem sich vielmehr die durch die Wirkung der Metalle auf einander in der bloßen Berührung erregte E. mit einmischte. Da nämlich die Platten seines Cuthbertson'schen Condensators von Messing waren, so musste in dem Versuche, wo die mit Salpetersäure getränkte Pappscheibe mit dem feuchten Erdboden in Verbindung stand, auf welcher die Zinkplatte ruhte, ohngeachtet der Leiter, vermöge dessen der Condensa-

¹ Dessen Grundrifs der theoretischen Physik II. 563.

tor mit der Zinkblatte in Berührung gebracht wurde, sich in Zink endigte, doch in der Messingplatte die E. erregt und condensirt werden, welche Zink im Messing hervorruft, also starke negative. Eben so erklärt sich die schwächere Spannung bei der Anwendung des Kupfers, da dieses das Messing in einem viel geringeren Grade — macht, als das Zink. Bei der Umkehrung der Versuche wirkten noch mehrere Erregungen zu dem Resultate zusammen, indem nämlich vom Condensator ausgegangen die einzelnen Glieder sich so folgten: Messing, Gold, feuchte Pappe, Zink (oder Kupfer) Erdboden, deren el. Erregungen nach ihrer wechselseitigen Ausgleichung um so mehr im Messing + ausfallen mußten, da das in Berührung mit der feuchten Pappe + gewordene Gold das Messing um so positiver machen mußte.

Abweichend von den angesührten Resultaten sind die durch HUMPHRY DAVY orhaltenen, die er in seiner classischen Abhandlung über einige chemische Wirkungen der E. 1 mitgetheilt hat. Bei Anwendung der Leiter der zweiten Classe in ihrem mehr slüssigen Zustande erhielt er weder mit dem Cuthbertson'schen Condensator noch mit dem Nicholson'schen Duplicator befriedigende Resultate. Er beschränkte sich daher sie im trockenen Zustande anzuwenden. Die Säuren, namentlich Bernstein-Benzoe - oder Boraxsäure vollkommen trocken, entweder in Pulvergestalt oder krystallinisch, mit einer durch einen gläsernen Handgriff isolirten Kupferplatte in eine hinlänglich ausgedehnte Berührung gebracht, machten dieselbe + el. und bei gunstiger Witterung reichte oft eine einzige Berührung des Metalls hin, um eine merkliche Ladung hervorzubringen, und selten bedurfte es deren mehr als 5 oder 6. Die positive Ladung des Metalls schien von gleicher Intensität zu seyn, es mochte auf Glas isolirt seyn oder mit dem Erdboden in Verbindung stehen. Andere Metalle, wie Zink, Zinn, zeigten denselben Erfolg. Phosphorsäure, im festen Zustande einige Zeit geglüht und sorgfältig gegen den Zutritt der Luft verwahrt, machte nach 4 Berührungen die isolirte Zinkplatte +, einige Minuten der Lust ausgesetzt verlor sie ihre Wirksamkeit.

Ein gerade entgegengesetztes Verhalten zeigten die Alkalien und alkalischen Erden. Namentlich wurden jene Metall-

¹ Gehlen's Journal für Chemie, Physik u. s. w. V. 35.

platten mit trockenem Kalke, Strontian oder Talkerde in Berühmag gebracht -, eine einzige Berührung in einer großen Fläche reichte schoh zur Mittheilung einer beträchtlichen Ladung hin. Damit die Versuche gelangen, war es wesentlich, dass die Körper gleiche Temperatur mit der Atmosphäre hatten. In einigen Versuchen, die DAVY während ihres Erkaltens nach dem Glühen anstellte', zeigten sie sich sehr el., und machten die Metalle positiv, eine der ersten Erfahrungen über die Umkehmag der Spannungsreihe in höherer Temperatur, wovon der Thermomagnetismus abhängt. Mit dem Kali konnte DAVY keine befriedigende Resultate erhalten, und er schreibt dieses seiner schnellen Anziehung von Feuchtigkeit zu. Frisch mit aller Sorgfalt bereitetes und gegen den Zutritt der Luft beim Erkalten verwahrtes Natron verhielt sich mit den Metallen wie jene alkalischen Erden. Im ersten Versuche gaben 6 Berührungen dem Condensator eine hinlängliche Ladung, im zweiten Versuche waren 10 Berührungen nöthig, um dieselbe Wirkung bervorzubringen, worauf schon nach zwei Minuten die Ladung verschwand. Durch Versuche mit Säulen, welche aus einer Metallplatte und verschiedenen Schichten von Flüssigkeiten zusammengesetzt waren, fand DAVY auf indirecte Weise, dass die Auflösung der Schwefelleber im Wasser viel wirksamer, als die akalischen Auflösungen, besonders mit dem Silber, Kupfer und Blei war, dasselbe negativ zu machen. Ein besonders wichtiger Versuch in dieser Hinsicht war der mit einer Säule aus Kupfer, Eisen, und einer mit einer Auflösung von Schwefelleber getränkten Pappscheibe, wo die + Erregung der Schwefelleber mit dem Kupfer stark genug war, um die des Eisens zu übertreffen, dergestalt, dass der + Pol nun nicht nach der Seite des Eisens, sondern nach derjenigen des Kupfers hinfiel.

Auch zeigte sich das liquide Chlor wirksamer, die Metalle + zu erregen, als die concentrirteste Auslösung von gewöhnlicher Salzsäure. Die neutralen Körper fand Davy ohne alle Wirkung auf alle Metalle. Salpetersaures und schweselsaures Kali, salzsaurer Kalk, chlorsaures Kali ohngeachtet sie zu wiederholten Malen mit einer sehr breiten Oberstäche von Zink und Kupserscheiben in Berührung gebracht wurden, theilten ihnen doch keine el. Ladung mit, dagegen ertheilten ihnen das nicht

¹ a. a. O. 8. 46.

vollkommen kohlengesäuerte Kali und der Borax eine schwache negative Ladung, der Alaun und der säuerliche phosphorsaure Kalk eine schwache positive Ladung.

RITTER hat diesen Gegenstand nicht sowohl durch neue Versuche aufgeklärt, als vielmehr durch kühne Hypothesen verwirrt. Ihm zufolge 1 sollte zwischen allen Körpern eine doppelt el. Erregungsfähigkeit statt finden, und eben damit eine doppelte Spannungsreihe. Nach dem Gesetze der ersten Spannungsreihe oder einer bedingten beschränkten el. Erregungsfähigkeit sollten sämmtliche flüssige Leiter an dem einen, und zwar dem - Ende einer für sie mit dem trockenen Erreger gemeinschaftlichen Spannungsreihe stehen, nämlich die Säuren am äußersten Ende und die Laugensalze unmittelbar über den trockenen Erregern, so dass alle Flüssigkeiten mit letzteren diese mit ihnen + würden; nach dem Gesetze der zweiten Spannungsreihe oder der sogenannten unbedingten oder unbeschränkten el. Erregung, die mit dem innigen Conflicte im chemischen Processe eintrete, sollte diese Ordnung sich gerade umkehren, und die Flüssigkeiten an das entgegengesetzte Ende verrückt werden, sich unter diesen Umständen vielmehr + mit den Metallen verhalten. RITTER beruft sich zur Begründung dieses Resultates auf Versuche Volta's, welchen zufolge2 die Metalle unter Umständen, die dem chemischen Processe ungünstig sind, mit den beseuchteten Platten gerade die entgegengesetzte E. zeigen sollen von derjenigen, wenn die Umstände dem chemischen Processe günstig sind. Die blosse ruhige Berührung der Metalle mit den befenchteten Platten soll nämlich die Tendenz haben, die Metalle - zu machen, dagegen der Druck nicht mehr in demselben Grade, sondern eher schon +, der Stofs noch sicherer + und endlich das Hin - und Herreiben am sichersten +. wir nun auch zugeben wollten, dass diese beiden letzteren Umstände dem chemischen Processe nicht günstig sind, da in beiden Fällen dieselben Puncte zu schnell außer Berührung mit einander kommen, und zu jedem chemischen Processe eine gewisse Dauer der Berührung erforderlich ist, so scheint doch der Druck, der in vielen Fällen den chemischen Process erst einlei-

¹ S. Dessen el. System der Körper von S. 42 an und meine Recension desselben in G. XXVIII. 223.

² Auali di Chimica. XIV. 35 - 39. El. System. S. 82-83.

tet, nicht wohl als ein Hindernss desselben angenommen werden zu dürfen. Noch glaubte RITTER aus einigen wenigen Versichen mit Säulen von ähnlicher Art, wie die von Davx aus einer Metallplatte und zwei Flüssigkeiten, verglichen aus Versuchen mit der einfachen Kette, den Schluss ziehen zu dürsen, dass das el. Verhalten der sauren und alkalischen Flüssigkeiten mit den Metallen sich durch Verdünnung mit Wasser gerade in das entgegengesetzte von demjenigen umkehre, welches sie im concentrirten Zustande zeigen. Nach zwei von ihm aufgestellten Schematen würden die alkalischen Laugen im concentrirten Zustande mit den Metallen + el. durch eine geringe Verdünnung in ihrer positiven Erregung gesteigert werden, dann aber durch eine weiter und weiter fortschreitende Verdünnung darin abnehmen, und diese durch 0 hindurch sich in die entgegengesetzte verwandeln, gleichfalls erst zunehmen, dann wieder abnehmen und endlich bei O anlangen. Umgekehrt würden sich die Säuren verhalten. Wie wenig diese Behauptungen mit gemuen Versuchen übereinstimmen, wird sich weiter unten ergeben.

Auch Dr. HEIDMANN in Wien 2 hat das Verhalten der feuchten Erreger gegen die trockenen zu bestimmen gesucht, einmal indem er Säulen aus einem trockenen Erreger und zwei flüssigen aufbaute, und durch eine Gasentbindungsröhre, die er mit den Enden einer solchen Säule verband, den Hydrogen - und Oxigenpol bestimmte, und zweitens, indem er die Flüssigkeiten in Lleinen Uhrgläsern mit den Nerven der hinteren Extremitä- 80. ten eines Froschpräparats in Berührung brachte, und die beiden Flüssigkeiten bald durch einen Platindraht, bald durch gut ausgebrannte Kohlenstücke und bald durch einen Bleidraht verband, wo dann die ausschließend oder doch am stärksten eintretende Schliessungszuckung in dem einen und die Trennungszuckung in dem andern Schenkel den 🕂 Charakter der mit dem Nerven des erstern, und den - Charakter der mit dem Nerven des andem Schenkels verbundenen Flüssigkeit anzeigten, indem jene sich dann wie das mit demselben Nerven in Verbindung stehende + Zink, diese wie das mit den andern verbundene -Als Resultat aus diesen Versuchen stellte Kupfer verhielt. HEIDMANN den Satz auf, das jederzeit von zwei heterogenen

¹ a. a. O. 8. 28.

² G. XXI. 85.

Flüssigkeiten, deren eine ein bestimmtes Metall mehr oder weniger zu oxydiren vermag, die zweite aber diese Wirkung gar nicht oder viel schwächer ausübt, die erste den Oxygen -, die zweite den Hydrogen-Pol bestimme. Er hat hiernach die Flüssigkeiten in eine Reihe geordnet, von deren einem Ende ausgegangen die jenem Ende näher stehende mit der darauf folgenden in Combination mit einem trockenen Leiter den Oxygen-Pol oder die Schliessungs - Zuckung giebt, welche dann zugleich die mehr oxydirende seyn soll, und glaubt sogar, durch diese Versuche lasse sich die comparative Oxydations - Wirksamkeit der verschiedenen Flüssigkeiten auf die Metalle genauer bestimmen, als durch chemische Versuche an und für sich. oder Oxygenende dieser Reihe bildet das Chlor, dann folgen die verschiedenen andern Säuren, die verschiedenen Schwefellebern, die verschiedenen Salze, ohne eine bestimmte Regel, weder was ihre Saure noch was ihre Basis betrifft, nur dals die Metallsalze nüher dem Hydrogen - Ende stehen, als die Alkali - und Erdsalze, hierauf die Laugensalze, Blutwasser, Blut, frische noch feuchte Muskeln, frische Nerven, Wasser, Speichel, Pflanzensäfte, Milch, Wein. Dass diese Reihe schon nicht auf gleiche Weise für alle trockenen Erreger gelte, ergiebt sich aus einem, von dem Verfasser selbst angeführten Versuche, nach welchem in der Kette: liquides Schwefelkali, Silber, salzsaures Natron, der Oxygenpol, auf die Seite des Schwefelkalis, bei der Vertauschung des Silbers mit Blei aber auf die Seite des Kochsalzes fiel, und diese Flüssigkeiten demnach in Beziehung auf diese beiden Metalle eine entgegengesetzte Ordnung beobachten. Außerdem geben aber alle solche Versuche nie ein directes reines Resultat über das el. Verhalten der Flüssigkeiten mit dem trockenen Erreger, da in den Säulen die Lage der Pole zugleich mit durch die el. Erregung der Flüssigkeiten unter einander, und in den Versuchen mit den Froschpräparaten durch die el. Erregung jeder derselben mit den Nerven bestimmt wird.

POGGENDORFF suchte das Verhalten der feuchten Erreger mit den trockenen nach der in No. 17 angegebenen Methode durch die Einwirkung einer, aus zwei feuchten Erregern und einem trockenen bestehenden, einfachen geschlossenen Kette auf die Magnetnadel vermittelst des Multiplators zu bestimmen 1.

¹ Isis 1821. 1r Bd. S. 703.

Er verglich in dieser Hinsicht das Verhalten einer Kette, die an beiden Enden mit demseben Metalle geschlossen wird, mit dem Verhalteen der gewöhnlichen einfachen Zinkkupferkette, in deren Mitte sich der feuchte Leiter befindet. In diesem Falle Fig. geht der + (oder nach Franklin's Theorie der einseitige) el. Strom von dem obern Kupfer (c) durch den Multiplicator nach dem untern Zinke (z) in der Richtung, wie ihn die Pfeile anzeigen, und ersteres ist das negative, letzteres das positive Metall. Fand nun bei irgend einer Kette, die an beiden Enden mit demselben Metalle M, M' geschlossen ward, zwischen wel-Figchen beiden Metallplatten sich zwei oder mehrere flüssige Leiter f und f' befanden, dieselbe Abweichung der Magnetnadel z. B. die westliche statt, wenn diese durch die Kette den in der Figur angenommenen Windungen des Multiplicators gemäß her-Fig. vorgebracht wird, so ging auch in diesem Falle der + Strom in derselben Richtung durch den Multiplicator von 'dem oberen Metalle M' nach dem untern, und das untere Metall hatte dann denselben Werth, wie in der ersten Kette das Zink, oder ver- 82. hielt sich als positives; bei entgegengesetzter Abweichung muste der Strom die entgegengesetzte Richtung haben, und dis untere Metall war dann vielmehr das Aequivalent des negativen oder des Kupfers.

So war nun in den folgenden Ketten das erste Glied als das unterste genommen, also an der Stelle befindlich, wo in der Kette das Zink sich befindet, und nach unserer Zeichnung die Abweichung westlich ist 1.

Zink, Wasser, Schwefelsäure, Zink

Zink, Wasser, Aetzammoniak, Zink

Zink, Wasser, Aetzkali, Zink

Zink, Schwefelsäure, Wasser, Ammoniak, Zink

Zink, Wasser, Salmiak, Zink

Zink, Wasser, schwefelsaures Natron, Zink.

Die Abweichung stets östlich eben so, wenn statt des Zinks Blei und Kupfer genommen wurden, folglich das untere Metall negativ war, und der positiv el. (oder der einseitige) Strom vom untern nach dem obern Metall durch den Multiplicator ging.

¹ Poccessoner giebt sie für diesen Fall als östlich an, was seinen Grund in der Richtung, in welcher die Windungen des Multiplicators gingen, hatte, weswegen bei ihm da von östlicher Abweichung die Rede ist, wo ich westlich setzte.

Eben so war in Ketten von:

Silber, Wasser, Ammoniak, Silber Silber, Wasser, Salzsäure, Silber

Silber, Salzsäure, Ammoniak, Wasser, Silber die Abweichung gleichfalls östlich; eben so in den Ketten.

Gold, Wasser, Ammoniak, Gold
Gold, Wasser, Salzsäure, Gold
Kohle, Schwefelsäure, Wasser, Kohle
Kohle, Schwefelsäure, Wasser, Ammoniak, Kohle
Graphit, Wasser, Ammoniak, Graphit
Graphit, Schwefelsäure, Wasser, Graphit
Zink, Schwefelkali, Wasser, Zink
Zink, Schwefelkali, Wasser, Schwefelsäure, Zink

Dagegen westlich in den Ketten:

Gold, Ammoniak, Wasser, Salzsäure, Gold Kohle, Ammoniak, Wasser, Kohle Graphit, Ammoniak, Wasser, Schwefelsäure, Graphit Kupfer, Schwefelsäure, Wasser, Kupfer Kupfer, Schwefelkali, Wasser, Schwefelsäure, Kupfer.

Blei, Zinn, Silber und Eisen auf gleiche Art mit Schwefelkali und Wasser, oder Schwefelkali, Wasser und Schwefelsäure geschichtet, gaben dieselben Abweichungen wie das Kupfer-

Poggendonff bemerkte, dass wenn man eine Kette von oder + Wasser oder + Metall schließe, man gewöhnlich im ersten Augenblicke eine starke Abweichung nach Westen (oder bei der Richtung der Umschlingungen unsers Multiplicators nach Osten) habe, wonach also eine solche Kette das Aequivalent einer aus Kupfer, Feuchtigkeit, Zink seyn oder das zuerst genannte Metall sich negativ verhalten würde, dass aber diese Abweichung bald darauf zu sinken anfange, die Nadel in einigen Minuten in den magnetischen Meridian zurückkehre, und die zuerst westliche (östliche) in die entgegengesetzte östliche (westliche) sich verwandle, welche Umkehrung der Polarität Poggendorff aus Ritten's oben erwähnten Erfahrungen über die Verwechselung der el. Polaritäten, der concentrirten Säuren und alkalischen Laugen mit den Metallen durch successive Verdünnung mit Wasser erklären zu können glaubt, indem in den obigen Versuchen die Säure in Berührung mit der mit Wesser befeuchteten Pappe sich allmälig

mit dem Wasser verbinde, und eben darum durch die verschiedensten Grade der Diluition hindurchgehe. Dass diese Verdünnung, wenn sie auch wirklich die behaupteten Folgen' hätte, hier nicht als die Ursache jenes Phänomens angenommen weden könne, sondern dass der Grund in der an der Oberfläche der einen Metallplatte eintretenden Oxydation und damit gegebenen Umkehrung ihrer el. Polarität mit der Flüssigkeit liege, erhellet zur Genüge daraus, dass wenn die ursprüngliche Ablenkung der Magnetnadel sich bereits in die entgegengesetzte verwandelt hat, 'man die erste ursprüngliche beinahe wieder in ihrer ganzen Stärke herstellen kann, wenn man bloss die Metallplatten verwechselt, oder neue für sie substituirt, dabei aber die feuchten Pappen unverändert lässt. Uebrigens lassen sich aus dergleichen Versuchen mit geschlossenen Ketten keine sichere Schlüsse über die el. Erregung der flüssigen Leiter mit den Metallen machen, weil die Richtung des el. Stromes (an dessen Stelle sich die Dynamisten eine Art der Vertheilung der polaren Thätigkeiten denken können) und die darnach zu bestimmende positive oder negative Beschaffenheit der an beiden Enden befindlichen Metalle nicht die einseitige Wirkung der Erregung des Metalls durch die Flüssigkeiten ist, sondern das Resultat der Ausgleichungen mehrerer Spannungen. Betrachten wir nämlich die zwei einfachen Ketten dieser Art aus Zink, Wasser, Schweselsäure und Zink und die, worin Zink, Wasser, Ammoniak und Zink auf einander folgen, wo in beiden Fällen das untere Zink einen negativen Charakter zeigt, d. h. der positive Strom von diesem aus nach dem obern Zinke und von diesem durch die feuchten Leiter nach dem untern Zinke zunückgeht, so lässt sich dieser Effect unter mehreren sehr verschiedenen Voraussetzungen erklären; einmal nämlich daraus, dals in allen dreien Berührungsflächen die el. Erregung in demselben Sinne statt findet, d. h. dass das Wasser sich mit dem Zinke, eben so das Aetzammoniak, so wie die Schwefelsäure mit dem Wasser, endlich das Zink mit der Schweselsäure und dem Ammoniak sich negativ verhalten, oder dass in zwei Berührungsflächen die Erregung in dieser Richtung geschieht, und die Summe dieser Erregungen größer ist, als die ihr entgegengesetzte; endlich dass nur in der einen Berührungsfläche die Erregung die angezeigte Richtung hat, aber mit einer größeren Intensität geschieht, als die Summe der beiden entgegengesetz-IV. Bd.

ten Richtungen ausmacht. Sind mehr als drei Glieder in der Kette (das Metall für ein einziges genommen), so entstehen noch mehrere Combinationen, und das Resultat wird noch verwickelter.

Man kann daher eben so wenig aus diesen Versuchen an und für sich über die el. Erregung entscheiden, welche die feuchten Leiter unter einander eingehen, indem z. B. in den beiden angeführten Ketten derselbe Effect herauskommen kann, ob die Schwefelsäure und das Ammoniak die gleiche oder die entgegengesetzte Polarität mit dem Wasser annehme, sofern nämlich das, was in dem letzten Falle in der einen Richtung dadurch verloren geht, durch eine entgegengesetzte Erregung mit dem Metalle wieder ausgeglichen werden könnte.

Die meisten Versuche zur Bestimmung des Verhältnisses hat Becquenes angestellt, wobei er sich gleichfalls der Magnetnadel mit dem Multiplicator, dann aber auch der Condensatoren bediente. Er ist aber in mehrere Irrthümer hierbei verfallen. Schon die von ihm gewählte Bezeichnungsart kann leicht zu Missverständnissen Veranlassung geben. Er hatte seine ersten Versuche 1 mit der Magnetnadel angestellt, um die E., welche im chemischen Processe, namentlich bei der Auflösung trockener Alkalien in Säuren, so wie der trockenen Metalloxyde, wie des Zinkbleioxyds in Alkalien erregt wird, auszumitteln. Hierbei endigte nämlich der Draht des Multiplicators mit dem einen Ende in ein Platinschälchen und an dem andern Ende war ein Zängelchen von Platin befestigt, in welchem ein Stückchen des trockenen, jedoch schwach befeuchteten Alkalis oder des Metalloxyds gehalten wurde, das demnächst mit der Säure im Platinschälchen in Berührung kam. Wenn nun in diesem Falle der el. Strom nach der Säure durch den verbindenden Kreis des Multiplicators wieder zurück zum Alkali statt fand, so bediente er sich gewöhnlich zur Abkurzung des Ausdrucks " der Strom gehe von der Soure zum Alkali2, was leicht die unrichtige Idee erregen könnte, dass der Strom unmittelbar in der Berührungsfläche von der Säure zum Alkali gehe, wo also die Säure der - das Alkali der + Körper seyn würde, wovon aber unter den angegebenen Umständen gerade das Gegentheil statt findet, wie auch Becquenel selbst an einem andern Orte richtig be-

¹ Ueber el. Wirkungen u. s. w. Schweigg. N. R. X. 384.

² a. a. O. S. 397. 398.

merkt. Eine weitere Ueberlegung belehrte ihn, dass nicht sowohl die durch den chemischen Process (die Auflösung) als vielmehr im ersten Beginn desselben die duch die Berührung zwischen der Säure (dem Oxyde) und dem Alkali erregte E. diese Strömung bewirke, und dass hierbei vorzüglich auch die el Erregung, welche zwischen der Flüssigkeit (der Säure oder der alkalischen Lauge) und dem Platinlöffelchen, so wie zwischen dem Stückehen Alkali oder Oxyde und dem Platinzängelchen in Betracht komme, und die Strömung demnach das Resultat mehrerer el. Erregungen zugleich sey. Um also die Elementarwirkungen einzeln genauer bestimmen zu können, nahm er zu Bohnenberger's Elektrometer, auf welches ein Condensator aufgeschraubt war, seine Zuslucht1. Er stellte zu diesem Ende ein Schälchen von Kupfer auf die obere Condensatorplatte, die gleichfalls von Kupfer war, füllte dasselbe mit einer Auslösung von fixem oder flüchtigem Laugensalze, und brachte diese durch Eintanchen des Fingers oder durch einen feuchten Streisen Goldschlägerhaut, so wie auch die untere Platte des Condensators mit dem Erdboden in leitende Gemeinschaft. Als wenige Augenblicke nachher die obere Platte abgehoben wurde, bewegte sich das Goldblättchen zum - Pole hin, woraus BECQUEREL solgerte, dass die alkalische Auflösung bei ihrer Berührung mit dem Kupfer +, das Metall - E angenommen habe. Die Anwendung der Schwefelsäure auf gleiche Weise gab ein entgegengesetztes Resultat, diese verhielt sich negativ, das Kupser positiv.

Um auch die elektrische Erregung des Platins mit diesen Flüssigkeiten auszumitteln, wurde ein mit einer alkalischen Auflösung gefülltes Platinschälchen auf die obere Platte des Condentors gestellt, darauf einerseits die untere Platte mit einem Platinbleche, andererseits die Flüssigkeit mit dem Finger berührt. Auf solche Art wurden nach Becquener's Meinung die elektromotorischen Wirkungen zwischen Platin und Kupfer aufgehoben, weil sie von beiden Seiten gleich waren; in einem andern Versuche wurde die elektromotorische Wirkung des Platins auf das Kupfer des Condensators durch Zwischenbringung eines nassen Papierstreifens zwischen das Kupfer und Platinschälchen beseitigt, eben so wurde bei einem Zinkschälchen verfahren; in

¹ Von den elektromotorischen Wirkungen u. s. w. Schweigg. R. R. XIII. 71.

beiden Fällen wurden dieselben Resultate wie mit Kupfer erhalten. Platin und Zink wurden nämlich gleichmäßig mit alkalischen Flüssigkeiten negativ, diese positiv, mit concentrirten Säuren positiv, diese negativ. Wurde die Säure mit Wasser verdünnt, so gab sie gar keine freie E. zu erkennen. Schweig-GER macht in einer Anmerkung zur Uebersetzung jenes Aufsatzes gegen die Art die elektromotorische Einwirkung des obem Platins auf das Kupfer durch Berührung der untern Kupferplatte gleichfalls mit Platin den Einwurf, dass Kupfer auch zwischen zwei ihm heterogenen oder unter sich gleichartigen Metallplatten, z. B. zwischen zwei Zinkplatten, in der Mitte liegend doch el. erregt werden konne. Mir scheint dieser Einwurf darum hier nicht anwendbar, weil diese el. Spannung, mit welcher das Kupfer allerdings unter diesen Umständen nach außen thätig seyn kann, nicht in der Richtung, in welcher die Condensatorplatten auf einander wirken, sondern nur in der Richtung seitwärts zur Manifestation kommt, und also nur einen zweiten Condensator und damit verbundenes Elektrometer afficiren könnte, nicht aber das in dem Versuche selbst gebrauchte. Dagegen macht die Beseitigung der elektromotorischen Wirkung Murch Zwischenlegung eines feuchten Streifens Papier die Wirkung allerdings complicirt, und nicht bloss von der wechselseitigen Erregung des Zinks oder Platins mit der alkalischen oder sauren Flüssigkeit abhängig, da die Erregung zwischen dem blossen Wasser und dem Kupfer einerseits und dem Platin andererseits mit in Betracht kommt. Silber auf dieselbe Weise untersucht zeigte kaum eine Spur von elektromotorischer Wirkung.

BECQUEREL prüfte ferner das Verhalten zweier verschiedener Metalle, wenn sie zu gleicher Zeit mit der alkalischen oder sauren Flüssigkeit in Berührung kommen, welcher Fall bekanntlich der gewöhnliche in der Volta'schen Sänle ist. Für diesen Zweck füllte er das auf der obern Platte des Condensators stehende Kupferschälchen mit einer stark mit Wasser verdünnten Auflösung von Alkali oder Schwefelsäure, und berührte die Flüssigkeit mit einem Zinkbleche; in beiden Fällen zeigte sich das Kupferschälchen + el. geworden. Ward der Versuch umgekehrt, nämlich ein Zinkschälchen auf die Condensatorplatte aufgesetzt, und, um die Wirkung zwischen der kupfernen Platte und dem Zinke aufzuheben, die untere Platte des Condensators statt mit dem Finger mit Zink berührt, so bewegte sich das

Goldblättchen nach dem negativen Pole hin, zum Beweise, dals das Zinkschälchen - el. geworden war. "Es erhellet aus diesen Versuchen, dass wenn Kupfer und Zink durch eine saure oder alkalische Auflösung geschieden sind, Zink - und Kupfer + wird, umgekehrt also, als wenn beide sich in unmittelbarer Berührung befinden." Diese Versuche dehnte Becoverel in der Folge noch auf mehrere Metalle aus, nämlich Gold, Silber, Platin, Eisen und Blei. Eine Platinkapsel sowohl mit concentrirter als mit sehr verdünnter Schwefelsäure gefüllt, wurde mit allen jenen Metallen, so wie auch mit Kupfer und Zink, +. Eine Kapsel von Kupfer mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt, wurde mit Gold, Silber, Platin, Zink (?)-, mit Eisen and Blei 0; mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt mit den drei ersten Metallen und mit Blei gleichfalls-, mit Eisen und Zink +. Eine Kapsel von Platin mit einer Auflösung von Kali mit allen Metallen +; eine Kapsel von Kupfer mit einer Kalilösung mit den drei ersten Metallen -, mit Eisen und Zink +, mit Blei 0. Wenn man durch anderweitige Versuche die el. Spannung der einzelnen Metalle mit Flüssigkeiten bestimmt hat, so kann man aus diesen Versuchen ohne Weiteres leicht entnehmen, welches von den beiden Metallen die stärkere Spannung habe, wenn man voraussetzt, dass die - E der Flüssigkeit, die von jedem. Metalle seinerseits erregt wird, auf das gegenüberstehende Metall wirke. Denn wenn man die E. der Flüssigkeit, die mit dem eingetauchten Metalle in Berührung ist, - d', und die des Metalls, aus welchem die Kapsel besteht, + & nennt, so wird, wenn $\frac{+\delta-\delta'}{2}$ ein positives Resultat giebt, δ größer seyn müssen als d'.

Um die Contactelektricität zwischen reinem Wasser und den Metallen zu prüfen, brachte Becquerel² ein mit destillitem Wasser gefülltes Schälchen von Holz oder Porzellan auf die obere Platte des auf das Elektrometer geschranbten Condensators, und befeuchtete die Außenwände desselben gleichfalls mit Wasser, und um die davon abhängige, wenn gleich höchst schwache elektromotorische Wirkung auf die Platte des Condensators (die aber doch in der That nicht schwächer ist, als die,

¹ Schweigg. N. R. XIV. 174.

² Ebend.

welche Becouener durch diese Versuche zu bestimmen suchte, da sie gleichfalls eine el. Erregung zwischen Wasser und dem Metalle des Condensators ist) für das Resultat des Versuchs verschwinden zu machen, wurde die untere Platte mit einem ähnlichen Gefässe berührt, oder auch das untere Gefäs gleichfalls mit destillirtem Wasser gefüllt, dann das Wasser von beiden Seiten mit dem Finger berührt und dadurch gegenseitig aufgehoben. Verschiedene Metallbleche zwischen den Fingern gehalten wurden in das Wasser eingetaucht. Zink, Eisen, Blei, Zinn, Kupfer theilten dem Wasser + E mit und wurden also selbst damit -, während Gold, Platin, Silber ihm - E mittheilten und also ihrerseits + damit wurden. Das Wasser verhielt sich also mit den leichter oxydabeln Metallen wie die Alkalien in ihrer Wirkung mit den Säuren (worüber jedoch, wie oben bemerkt worden, die Aussage der Versuche als unentschieden angesehen werden muls). Diese Wirkung fand auch noch statt, wenn das Wasser eine kleine Menge Schwefelsäure enthielt, und wenn also gleich hierbei eine chemische Wirkung auf das Zink und Eisen eintrat (die Becquener durch eine Reihe anderweitiger Versuche zu bestimmen und als die entgegengesetzte der el. Erregung in der Berührung zu finden geglaubt hatte), so wurde doch die elektromotorische dadurch nicht verhindert, und wurden Gold und Platin vorher einige Augenblicke in Salpetersäure eingetaucht und dann sorgfältig abgewischt, so brachten sie eine viel stärkere Wirkung in der Berührung mit dem Wasser hervor, und das Gold behielt diese Eigenschaft mehrere Stunden lang; dagegen wurde die Wirkung sehr vermindert, wenn diese Metalle vorher in eine Pottaschenauflösung eingetaucht worden waren.

In einem auffallenden Contraste mit den Resultaten der bisher angesührten Versuche stehen die ganz neuerlich von J. F.
Pohl bekannt gemachten 1. Zu seinen Versuchen bediente er
sich zweier Condensatoren, deren Platten die eine von Zink,
die andere von Kupfer war, unter Beobachtung der Vorsicht,
dass die Scheiben aus Zink und Kupfer, deren el. Spannung
mit irgend einer Flüssigkeit untersucht werden sollte, jedesmal
mit der ihnen gleichartigen Condensatorplatte durch einen an
einer isolirenden Handhabe gehaltenen Draht von deinselben

¹ Der Process der galvanischen Kette. Leipzig 1826. S. 14 ff.

Metalle in Berührung gesetzt wurden, um jede el. Beregung zwischen den Metallen selbst dadurch auszuschließen. Scheiben selbst, die mit der besenchteten Pappe in Wechselwirkung gebracht wurden, hatten 6 Z. im Durchmesser. Um die Wirkung zu verdoppeln, wurde der aufgehobene Deckel des einen Condensators a, mit dessen Collectorplatte das mit der Flüssigkeit zu prüsende Metall in Berührung gebracht worden war, an die gleichartige Basis des andern Condensators b gebracht, während sein Deckel ableitend bertihrt wurde, worauf dieser an einer isolirenden Handhabe aufgehoben, und abermels mit der Collectorplatte des ersten Condensators a in Berührung gesetzt wurde, während ableitender Berührung seines Deckels mit dem Finger. So fand sich dann die Erregung des Kupfers gegen eine mit verdünnter Schwefelsäure getränkte, vorher gut abgewischte, Pappe constant +, mit einer Divergenz von 3 bis 5° der Goldblättchen, und die Brregung des Zinks constant -. Wurde das andere Extrem des flüssigen Leiters, statt durch einen kupfernen Drabt mit der kupfernen Collectorplatte des Condensators in Berührung gebracht zu werden, vielmehr mit einer Scheibe von Zink von gleicher Größe mit der Pappe armirt, we dann aber die Collectorplatte gleichartig mit jener obern Platte, also von Zink, angewandt wurde, so zeigte sich die positive Erregung des Kupfers ungleich stärker, indem nun die Divergenz der Goldblättchen 10 bis 15° betrug. Eben so fand sich die negative Erregung des Zinks in dem zweiten Versuche auf ähnliche Weise verstärkt, wenn die andere Seite des flüssigen Leiters mit einem Kupferbleche armirt, und dieses mit der Collectorplatte von Kupfer in Verbindung gebracht wurde. Dieser Erfolg bleibt nach POHL im Wesentlichen derselbe, man mag statt der Schwefelsäure eine andere Saure, eine alkalische oder sonst eine andere salzige Solution nehmen, allemal wird man das Kupfer + das Zink - erregt finden, schwächer, wenn die Flüssigkeit nur mit dem einen Metalle, stärker wenn sie mit beiden Metallen auf ihren zwei Seiten armirt ist, nur ist dabei zu berücksichtigen, dass manche Solutionen, wie z. B. der Salpetersäure, des Salmiaks, zumal in sehr concentrirtem Zustande, in den ersten Momenten einen verhältnissmässig starken, aber sehr bald mit Sehnelligkeit herabsinkenden Grad der Erregung bewirken, ein Nachtheil, den man in diesen Versuchen dadurch beträchtlich beseitigt, dass

man der fenchten Pappe alle ihrer Oberfläche frei adhärirende Flüssigkeit zwischen Fließpapier entzieht, und sie vor dem Versuche noch einige Zeit der Luft zum gleichmäßigen Abtrocknen ausgesetzt läßt.

Pohl's ferneren Versuchen zufolge soll nun¹ die ganze Reihe der Metalle in zwei Classen zerfallen, von denen die Glieder der einen, welche nächst Silber, Gold und Plain auch Quecksilber und Kupfer in sich begreift, gegen des Wasser, die Säuren, so wie gegen die Alkalien und alle andere Solutionen durchgehends positiv auftreten, .u. z. um so positiver, je negativer sie in der Spannungsreihe der Metalle sind, während die Glieder der andern Classe, Eisen, Zinn, Blei, Zink eben so constant mit allen diesen Flüssigkeiten negativ erregt werden, und wieder um so negativer, je positiver sie sich in der Metallreihe erhalten. Diese constante gleichartige Relation eines und desselben Metalls gegen alle Flüssigkeiten ohne Unterschied soll auch als eine Folgerung aus dem Umstande hervorgehen, dass die Kette ZFK (Zink, fenohter Leiter, Kupfer), welche mit den beiden Endmetallen mit den Enddrahten eines Multiplicators in Verbindung ge etzt wird, die Magnetnadel unter sonst gleichen Umständen tets auf völlig gleiche Art ablenkt, man mag an die Stelle des F eine Säure oder ein Alkali oder irgend eine andere Solution setzen, sobald nur die Metalle dieselben bleiben. Die scheinbaren Ausnahmen, welche Pont nicht ableugnen kann, z. B. dass regulinisches Eisen mit einer Auflösung von Schwefelkalium im Anfange + wird, dass Ketten von Eisen, Kupfer und Schwefelleberduficsung eine der durch jenes allgemeine Gesetz postulirten entgegengesetzte Polarität zeigen, erklärt derselbe für bloß vorübergehende, den wahren Zustand der Sache auf keine Weise bezeichnende Erfolge.

Aus dem Zerfallen der Metalle oder überhaupt der Erreger der ersten Reihe in zwei Classen, deren Glieder mit den Flüssigkeiten gerade die entgegengesetzte el. Erregung von derjenigen zeigen, die sie mit einander eingehen, folgt dann auch, daß, so oft die Relation der beiden trockenen Erreger gegen das F. (irgend einer Flüssigkeit), mit welchem sie zugleich in Conflict kommen, nicht gleichartig, sondern ver chieden ist, sie

¹ a. a. O. 18,129, 30s

immer auch die entgegengesetzte von derjenigen seyn mus, welche unter den Erregern selbst statt findet, und dieser constante Gegensatz der el. Relationen zwischen den Metallen und der Fhüssigkeit soll es seyn, welche den Träger aller Erscheimungen in der Kette bilde¹.

Schon bei Gelegenheit der Uebersetzung von DAVY's classischer Abhandlung über einige chemische Wirkungen der E.2 habe ich eine Reihe von Versuchen über das Verhalten der seuchten Leiter gegen die Metalle bekannt gemacht. Die damals von mir befolgte Methode bestand darin, mit Hülfe des Condensators die el. Spannung einer einfachen Combination, und wenn diese zu schwach war, einer aus mehreren gleichartigen Combinationen aufgebauten Säule zu untersuchen, wobei außer dem Metalle und der in Rücksicht auf ihre el. Erregung mit diesem zu untersuchenden Flüssigkeit noch eine mit distillirten Wasser beseuchtete Pappe zu Hülse genommen wurde, so dass das Schema jeder einzelnen solchen Combination durch MFh dargestellt wird, wobei M das Metall, F die zu untersuchende Müssigkeit und h das reine Wasser bedeutet. Das eine Ende wurde dann, um das Maximum von Spannung zu erhalten, jedesmal ableitend berührt; und die feuchte Pappe h mit der Collectorplatte des Condensators in unmittelbarer Berührung gebracht. Hierbei wurde vorausgesetzt, dass bei Anwendung von chemisch sehr differenten Flüssigkeiten, wie Säuren, Alkalien, Schwefellebern u. d. g. das Resultat durch die überwiegende el. Erregung zwischen dem Metalle und einer solchen Flüssigkeit bestimmt werde, wo dann, von der Berührungsfläche zwischen dem Metalle und irgend einer solchen Flüssigkeit in der einzelnen Combination ausgegangen, in der Saule der Pol, welcher an demjenigen Ende sich befand, wohin das Metall gerichtet war, als die eigenthümliche Erregung dieses Metalls und der an dem entgegengesetzten Ende, wohin die Flüssigkeit gekehrt war, austretende Pol als die el. Erregung dieser Flüssigkeit anzeigend betrachtet wurde. So wurden nun folgende Resultate erhalten 3.

A.: 1. Mit der ätzenden Kali- und Natron - Lauge werden alle Metalle +, während diese - sind.

¹ Vergl. unten Theorie.

² Gehlen's Journ. V. 82

³ Vgl. G XXVIII. 239.

- 2. Die E. der Metalle ist in der Regel um so stärker, je näher dieselbe nach dem + Ende der Spannungsreihe stehen, doch ist die Erregung des Zinns noch stärker als die des Zinks, und die des Eisens schwächer als die der übrigen Metalle.
- 3. Die + el. Erregung jener fixen Laugensalze mit allen Metallen findet bei jedem Grade der Verdünnung statt, doch ist sie um so stärker, je concentrirter die Lauge ist.
- 4. Diese el. Spannung, besonders die stärkere in letzterem Falle, sinkt in kurzer Zeit und geht bei einigen Metallen durch Oin die entgegengesetzte über. Insbesondere zeigt das Eisen diese Umwandlung der Polarität, und die zweite positive für das Eisen, negative für das Laugensalz, ist sogar dem Grade nach stärker als die ursprüngliche entgegengesetzte. Auch eine Säule aus Zink, Aetzkali, Wasser, kehrt nach einigen Stunden ihre Polarität um.
- B. 5. Eben so wie die reinen fixen Alkalien verhalten sich das Ammoniak und die Kalkmilch, mit den bekannteren Metallen, nur mit Ausnahme des Spiessglanz-Metalls für das erstere und des Eisens für das letztere, die mit ihnen vielmehr + werden.
- C. 6. Mit Auflösung der Schwefelleber werden alle Metalle-, jene +, sie scheint gleichsam die Metallreihe auf der + Seite über das Zink hinaus fortzusetzen und sich dem Gesetze derselben gemäß zu verhalten, da sie mit dem ihr am nächsten stehenden Zinke am schwächsten und dem von ihr entferntesten Grau-Braunsteinerz am stärksten + wird.
- D. 7. Mit dem mit Wasser zu Pulver gelöschten Kalke werden Eisen, Zink und Silber +, die übrigen Metalle, namentlich Wismuth, Blei, Spielsglanz, Zinn, Kupfer —.
- E. 8. Mit dem kohlensauren Kali wird das Eisen gleich im Anfange + und die erst negativen Zink und Zinn nach weniger Zeit gleichfalls +.
- 9. Mit dem kohlensauren Ammoniak werden alle Metalle, mit Ausnahme des positiv werdenden Eisens, ---.
- F. 10. Mit der concentrirten Schwefelsäure und mit der concentrirten Salpetersäure werden alle Metalle +.
- 11. Mit der verdünnten Schwefelsaure und mit der gewöhnlichen concentrirten Salzsaure werden die meisten Metalle —, nur mit der ersteren das Kupfer und Blei, mit der letzteren das Spielsglanz und Eisen +.

12. Mit der verdünnten Salpetersäure gerade so wie mit der concentrirten werden alle Metalle +.

13. Mit dem liquiden Chlor werden Zink, Zinn, Gold und Kunfer (mehrere waren nicht untersucht worden)

G. 14. Mit den Neutral-und Mittelsalzen, in welche Schwefelswe oder Salzsäure eingehen, werden Zink sowohl als Kupfer—, und diese Salze +, insbesondere gilt dieses für schwefelswes Natron, schwefelsaures Ammoniak, schwefelsaure Talkerde, Alaun, schwefelsaure Thonerde, Kochsalz, Salmiak,
salzsaure Talkerde, salzsaure Thonerde und auch für den Borax.

15. Mit den Salzen hingegen, deren saurer Bestandtheil die Salpetersäure ist, namentlich mit dem gemeinen Salpeter, dem salpetersauren Baryt, dem salpetersauren Kalke, der salpetersauren Talkerde, verhalten sich Zink sowohl als Kupfer positiv.

Bei der Wichtigkeit der Sache und da seit der Bekanntmathung dieser Versuche von mehreren Physikern entgegengesetzte Resultate mitgetheilt worden sind, hielt ich es für der Mühe werth, diesen Gegenstand von neuem einer experimentalen Prüfung zu unterwerfen, und ich habe in dieser Absicht alle Versuche Poggendorff's, Becquenel's und Pohl's mit der größtmöglichsten Sorgfalt und häufig wiederholt, so dass ich die Resultate, wie sie hier folgen, verbürgen kann.

Was zuerst das relative Verhalten des Zinks und Kupfers gegen mehrere Flüssigkeiten betrifft, so habe ich zwar bei der Anstellung der Versuche nach Pohl's Methode das von ihm angegebene Verhalten mit mehreren Flüssigkeiten bestätigt gefunden, aber mit den alkalischen Flüssigkeiten und den Schwefellebern so constant das Gegentheil gefunden, dass dadurch das von Pour aufgestellte Gesetz durchaus nicht in seiner Allgemeinheit zulässig ist. Um die Erregung recht auffallend zu machen, habe ich mich gewöhnlich der unter No. 14 angegebenen Methode der Vervielfältigung bedient. Ich erhielt in der Hauptsache ganz gleiche Resultate, ob ich die mit den Flüssigkeiten getränkten Pappen von den Condensatorplatten trennte oder sie darauf liegen liefs. Im letzteren Falle verfuhr ich auf folgende Weise. Die Platten jedes der Condensatoren bestanden aus einer Zink - und Kupferscheibe, und die Condensatoren waren auf gleich empfindliche Goldblattelektrometer. ausgeschraubt. Wollte ich nun die el. Erregung irgend einer

Flüssigkeit mit dem Kupfer untersuchen, so legte ich eine mit derselben getränkte Pappscheibe auf die obere Kupserplatte des einen Condensators a, berührte die feuchte Pappe mit dem Finger, während zugleich die untere Zinkplatte desselben Condensators ableitend berührt wurde, hob die obere Kupferplatte dann auf, brachte sie an die auf das Goldblatt - Elektrometer aufgeschraubte Kupferplatte des andern Condensators b, indem ich zugleich die obere Zinkscheibe desselben ableitend berührte, wobei ich sorgfältig darauf achtete, dass die feuchte Pappe auf a nicht mit der Kupserplatte von b in Berührung kam, setzte dann die Kupferscheibe von a wieder auf ihre Zinkplatte zurück, und wiederholte alles, wie das erstemal. Bei sehr wirksamer Erregung zwischen der Flüssigkeit und dem Kupfer war eine einmalige Anstellung des Versuchs schon hinreichend in den Goldblättchen des Elektrometers b Divergenz hervorzubringen, wobei denn die Art der E. dieselbe war, wie die vom Kupfer des Condensators a angenommene, bei sehr schwacher Erregung war wohl eine 10 bis 12 fache Wiederholung nothwendig, um auffallende Spannung zu geben, die aber stets regelmässig mit der Wiederholung der Berührungen zunahm, und bei der gro-Isen Condensationskraft meiner Condensatoren war ich im Stande auch die schwächste Erregung durch öftere Wiederholung so weit zu treiben, dass selbst mein Volta'sches Strohhalmelektrometer 1 mehrere Grade von Divergenz zeigte. Ganz gleiche Resultate erhielt ich, wenn ich die mit der Flüssigkeit getränkte Pappe zwischen die Finger nahm, die Kupferplatte des Condensators a damit berührte, dann die Gemeinschaft wieder aufhob und übrigens auf gleiche Weise verfuhr. Das Verfahren wurde dann auch so abgeändert, dass ich auf eine mit der Flüssigkeit getränkte Pappe eine Kupferscheibe legte und diese mit der Kupferplatte in Berührung brachte, während die befeuchtete l'appe ableitend berührt wurde, und es machte hierbei in der Größe der Spannung keinen Unterschied, ob die Pappscheibe und Kupferplatte nur eine Linie oder viele Zolle im Durchmesser hatte. Wollte ich die el. Erregung irgend einer Flüssigkeit mit dem Zinke untersuchen, so nahmen in allen obigen Fällen die Zinkscheiben nur den Platz der Kupferscheiben, und diese umgekehrt den der Zinkscheiben ein. Nach dieser Methode

^{. 1} Vergl. Th. III. S. 665. 666.

erhielt ich folgende Resultate, wobei die Flüssigkeiten in der Ordnung der Stärke ihrer el. Erregung mit den Metallen aufeinander folgen.

Kupfer + Zink — Mit 4 bis 8 Theilen Wasser verdünnte Schwefelsaure Saure Verdünnte Salpetersäure Chlorkalk + Chlorkalk Salmiak verdünnte Salpetersäure Wasser Vank — Eben so verdünnte Schwefelselsaure Verdünnte Salpetersäure Verdünnte Salpetersäure Verdünnte Salpetersäure Wasser

Die stärkste positive Spannung, welche die verdünnte Schwefelsäure mit dem Kupfer hervorbringt, ist indels nicht sürker, als die positive Spannung, welche das Zinn in Berühnung mit dem Kupfer annimmt. Stärker ist dagegen die negative Erregung des Zinks durch die nämlichen Flüssigkeiten, und mamentlich ist die mit der verdünnten Schwefelsäure eben so stark als die negative Erregung des Kupfers mit dem Zinke.

Eben so wie das Kupfer wurden auch Gold, Silber, Antimon mit den angezeigten Flüssigkeiten positiv, diese negativ, und ein übereinstimmendes Verhalten mit dem Zinke zeigten dagegen Blei, Zinn, Kadmium, Eisen, welche damit negativ wurden.

Ganz abweichend von diesem Verhalten, nach welchem allerdings die Erreger der ersten Classe in zwei große Haufen, den der positiven und den der negativen, zu zerfallen scheimen, ist dagegen, wie schon oben bemerkt, das Verhalten gegen die alkalischen Laugen und die Auflösungen der Schwe-In allen oben beschriebenen Abänderungen der Versuche verhielten sich alle von mir untersuchte Metalle, namentlich auch Kupfer und Silber, ebensowohl negativ mit diesen Flüssigkeiten wie Zinn und Zink, und zwar war der Erfolg sehr constant, und trat eben so gut ein, wenn die mit diesen Flüssigkeiten getränkten Pappen noch nals, als wenn sie gut abgetrocknet waren. Was die Stärke der - Spannung betraf, so zeigte sie sich bei Anwendung der Schwefelleber stärker bei den mehr negativen Metallen, dem Silber und Kupfer, als bei den mehr positiven; dagegen war die el. Erregung zwischen den alkalischen Laugen und den positiven Metallen, Zinn und Zink

stärker, als zwischen ersteren und den mehr negativen Metallen, dem Silber und Kupfer. Weniger entscheidend als mit den ätzenden Laugensalzen fielen die Versuche mit dem Ammoniak aus.

26. Vergleichen wir die nach der Reihe aufgezählten Versuche mit einander, um allgemeine Resultate über das Verhalten der feuchten Erreger mit den trockenen daraus zu ziehen, so sind wir zu dem Geständnisse gezwungen, dass noch vieles daran fehlt, hierin eine so feste Grundlage gewonnen zu haben, wie für das Verhalten der trockenen Erreger unter einander. Die Hauptschwierigkeit in diesen Versuchen liegt darin, dass wir eigentlich kein einziges reines Resultat über das Verhalten einer einzelnen Flüssigkeit mit einem trockenen Erreger erhalten haben, indem die ableitende Berührung mit dem Finger immer die elektromotorische Wirkung des letzteren mit der in Rücksicht auf ihr Verhalten zu prüfenden Flüssigkeit mit ins Spiel brachte. Dann ist auch nicht zu leugnen, dass die Versuche mit dem Condensator nicht so ganz constante Resultate geben, und dass hier el. Erregungen von zufälligen Umständen sich einmischen und die Erfolge abändern, ohne dass sich diese Umstände immer genau bestimmen lassen. Viel constanter sind in dieser Hinsicht die Ergebnisse der geschlossenen Ketten, nur daß sich nie aus denselben unmittelbar auf das Verhalten der feuchten Leiter mit den trockenen ein bestimmter Schluss machen lässt, weil die el. Erregung der seuchten Leiter unter einander den Erfolg mit bestimmt, wie dieses schon oben aus einander gesetzt ist. Ob darin der Grund liegt, dass die geschlossenen Ketten einen andern Erfolg geben als nach dem Ausfalle der Versuche mit dem Condensator zu erwarten gewesen wäre, oder ob sich hierbei noch eine neue Einwirkung einmischt, lasse ich hier vorerst dahin gestellt seyn. Wenn Zink gegen gewisse Flüssigkeiten z. B. verdünnte Schwefelsäure, verdünnte Salpetersäure, Salmiak, ein entgegengesetztes Verhalten wie das Kupfer zeigt, so sollte man erwarten, dass in einer einfachen Kette, in welcher die Richtung der Thätigkeit vorherrschend durch die Wechselwirkung des Metalls mit einer dieser Flüssigkeiten bestimmt wird, diese Richtung, und also auch die Richtung aller damit gegebenen Processe, die Lagerung der chemischen Pole die Ablenkung der Magnetnadel die entgegengesetzte seyn sollte, und doch ist dem nicht so, denn eine geschlossene Kette aus Zink, Salmiak oder verdünnter Salpetersäure oder verdünn-

ter Schwefelsäure, Wasser und Zink giebt ganz dieselbe Ablenkung der Magnetnadel, als wenn an die Stelle des Zinks Kuplet genommen wird, wie aus POGGENDORFF's oben angesührten Versichen erhellet, die ich vollkommen bestätigt gefunden habe. Nach dem herrschenden Sprachgebrauche würde nämlich in der essen Kette der el. Strom aufwärts, in der zweiten abwärts geben, von welcher entgegengesetzten Richtung bei gleicher Art der Umschlingung des Multiplicators um die Magnetnadel entgegengesetzte Ableitungen abhängen. Da ferner nach den, Versuchen mit dem Condensator die alkalischen Laugen und Schwesellebern mit den Metallen, insbesondere mit dem Kupfer eine entgegengesetzte el. Erregung eingehen, wie die Säuren, so würde daraus folgen, dass die Richtung der Thätigkeit in den geschlossenen Ketten, so wie in Säulen aus einem Metalle und diesen Flüssigkeiten, eine entgegengesetzte seyn mülste. Nun liegt in der That auch in Säulen aus Kupfer oder Silber, Schweielkalilösung und Wasser der + oder Oxygenpol auf Seiten der Schwefelleber, oder nach oben, wenn die Glieder in dieser Ordnung auf einander folgen 1, aber die Wirkung der einzelnen Kette nach Aussage der Magnetnadel, stimmt damit nicht überein; denn eine Kette aus Kupfer, Schwefelkali, Wasser, Kupfer giebt dieselbe Abweichung wie eine Kette aus Kupfer, verdünnter Schwefelsäure, Wasser, Kupfer, und eben so verhält sich auch eine Kette aus Kupfer, Aetzkalilauge, Wasser, Kupier. Was indess doch schon jezt als ausgemacht angenommen werden darf, ist Folgendes:

- 1. Dass die Metalle in Beziehung auf alle Flüssigkeiten in zwei Hausen zersallen, wovon die zu dem einen Hausen gehörigen mit allen eine +, die zu dem andern Hausen gehörigen eine d. Erregung eingehen, ist mit den Ersahrungen wenigstens der Majorität der Physiker im Widerspruche.
- 2. Es giebt vielmehr Flüssigkeiten, welche mit allen Metallen eine und dieselbe el. Erregung eingehen, nämlich die Auflösungen der verschiedenen Schwefellebern und die starken alkalischen Laugen, und zwar sowohl die fixen Laugensalze als auch das Ammoniak eine positive, und die sehr concentrirten Sänren, wie es scheint, eine negative.
 - 3. Für mehrere Flüssigkeiten verhalten sich indels die ver-

¹ Vergl. auch Days in G. XI. 388.

schiedenen Metalle auf entgegengesetzte Weise, und zwar in den meisten Fällen so, dass die el. Erregung zweier solcher Metalle gerade die entgegengesetzte ist von derjenigen, welche sie selbst mit einander eingehen.

- 4. Für alle solche Flüssigkeiten wird die el. Erregung des einen Metalls, welches die Flüssigkeit auf der einen Seite bewaffnet, stets erhöht durch die Bewaffnung dieser Flüssigkeit auf der entgegengesetzten Seite mit einem solchen entgegengesetzt wirkenden Metalle. So zeigt z. B. die Kupferplatte des Condensators, auf welcher eine mit verdünnter Schwefelsäure getränkte Pappscheibe liegt, eine viel stärkere positive Spannung, wenn auf jene Pappscheibe nun noch eine Zinkscheibe gelegt, und diese mit dem Finger berührt wird, als beim Mangel dieser Zinkbewaffnung, und die Zinkglatte des Condensators unter denselben Umständen eine viel stärkere negative Spannung bei der Bewaffnung der auf ihr liegenden mit verdünnter Schwefelsäure getränkten Pappscheibe mit einer Kupferplatte, als bei Abwesenheit derselben.
- 5. Für alle Flüssigkeiten hingegen, welche mit den Metallen dieselbe Art von el. Erregung geben, wird die des einen Metalls stets schwächer ausfallen, und kann auch wohl in die entgegengesetzte übergehen, als bei Abwesenheit jener andem Armatur. So zeigte in einigen Versuchen die Condensator-Platte; die ziemlich stark negativ erregt wird, bei der Berührung einer mit Aetzkalilauge getränkten Pappe mit dem Finger, bei der Bewaffnung dieser Pappe mit Zink, wenn dieser ableitend berührt wurde, positive Erregung.
- 6. Die Flüssigkeiten bilden mit den trockenen Erregern keine gemeinschaftliche Spannungsreihe, auf welche die unter 13 aufgestellten Gesetze anwendbar wären. Am meisten stimmt noch das Verhalten der Auflösungen der Schwefellebern damit tiberein, wenn man sie als Substanzen betrachtet, die noch unter das Zink gehören und die Reihe auf der + Seite fortsetzen, indem ihre el. Erregung mit den verschiedenen trockenen Erregern in dem Verhältnisse größer ist, in welchem ein solchet dem entgegengesetzten Ende näher steht; dagegen weiches schon die alkalischen Laugen von dem Gesetze darin ab, das sie, denen gleichfalls noch unter dem Zink ihr Platz in der Reihe eingeräumt werden mußte, da sie mit allen Metallen + el. werden, gerade mit denjenigen, die dem + Ende näher stehen

wie mit dem Zinke und besonders dem Zinn, eine viel stärkere el. Spannung zeigen, als mit den mehr negativen Metallen; noch auffallender zeigt sich aber die Abweichung von dem Gesetze der Spannungsreihe bei denjenigen Flüssigkeiten, die mit zwei verschiedenen Metallen gerade die entgegengesetzte el. Erregung von derjenigen annehmen, die diese unter sich selbst eingehen, so dass es in Beziehung auf solche Flüssigkeiten vielmehr den Anschein hat, wie wenn eine Umkehrung der Spannungsreihe statt fände.

Was den Grad der el. Erregung betrifft, welche die trockenen Erreger mit den Flüssigkeiten eingehen, so scheint zwar auch hier ein bestimmtes Mass statt zu finden, das nicht überschritten werden kann, indels fallen die Versuche in dieser Hinsicht nicht so entscheidend aus wie in Betreff des Erregungsgrades der trockenen Erreger mit einander, und der Grund hier+ von liegt ohne Zweifel in der schnellen Veränderung welche die trockenen Erreger durch die Einwirkung der Flüssigkeiten erleiden, wodurch die Erregung selbst fortdauernd abgeändert md selbst in die entgegengesetzte umgewandelt wird. Daher lann es wohl auch rühren, dass Säulen, aus einem Metalle und zwei Flüssigkeiten errichtet, eine entgegengesetzte Polarität von derjenigen zeigen, welche die einfachen Ketten in ihrer Einwirkung auf die Magnetnadel verrathen, indem schon während des Aufbauens jener Säulen sich die ursprüngliche Erregung in die entgegengesetzte umgewandelt haben kann, während der schnell vollendete Versuch in der einfachen Kette jene noch zeigt. Eben darum ist es sehr schwer eine naturgemäße Reihensolge der verschiedenen Flüssigkeiten für die einzelnen Metalle nach dem Grade der el. Erregung aufzustellen, und ich lege daher auch keinen großen Werth auf die oben für Zink und Kupler aufgestellten Reihen. Gemeiniglich sind die Spannungen so schwach, dass die von mir mit so großem Vortheile angewandte Verstärkung 12 und selbst mehreremale wiederholt werden mus, ehe es zu einem bemerklichen Ausschlage kommt, innerhalb welcher Zeit das ursprüngliche Verhältniss sich schon merklich verändert haben kann.

7. Eine Folge davon, dass die flüssigen Erreger keine gemeinschaftliche Spannungsreihe mit den trockenen Brregern bilden, ist ferner noch, dass jenes merkwürdige Gesetz der Unveränderlichkeit der el. Erregung der Endglieder einer Reihe von IV. Bd.

Körpern, in welcher Ordnung die zwischen ihnen befindlichen auch auf einander folgen mögen (nach 23) hier seine Anwendung nicht findet. Sobald in einer solchen Reihenfolge trockene und flüssige Erreger mit einander abwechseln, wird die nach dem Gesetze der ersten Reihe erfolgende Spannungssetzung, die jenes Resultat als nothwendige Folge ergab, durch jeden flüssigen Leiter stets wieder unterbrochen, und die Spannung der Endglieder ist das Product beiderlei Arten von Spannungssetzung. Kennt man die Art und den Grad der Spannung, welchen die flüssigen Leiter mit den trockenen Erregern, mit denen sie sich in unmittelbarer Berührung befinden, eingehen, so lässt sich die Spannung der Endglieder leicht bestimmen... Das eine der trockenen Endglieder heisse a, das andere z, die trockenen Erreger, welche an den unterbrechenden flüssigen Leiter a angrenzen, m und n, so ist, wenn a ableitend berührt wird, die Spannung von m eine gegebene positive oder negative, dem Spannungsunterschiede von a und m gemäß; die Spannung von a in Beziehung auf die von m ist gleichfalls ihrer Größe und Art nach bestimmt, durch den bekannten Spannungsunterschied von m und a, eben so die Spannung von n, und endlich die Spannung von z. Diese Bestimmungsweise gilt auf die umgekehrte Weise eben so für a, wenn z durch Ableitung als auf das () zurückgebracht angenommen wird; die so gefundenen Spannungen geben halbirt die Spannungen der Endglieder, wenn man sich die Körper als vollkommen isolirt an einander gereiht denkt. Für einfachere Combinationen von zwei trockenen Erregern mit einem flüssigen stimmen die Versuche mit der Thesis ziemlich genau überein.

27. Wenn die Ausmittelung des el. Verhaltens der trockepen Erreger mit den feuchten, wie wir gesehen haben, schon
ihre großen Schwierigkeiten hat, so gilt dieses noch weit mehr
in Ansehung der Bestimmung der el. Erregung der Flüssigkeiten
unter einander in der bloßen Berührung, und es fehlt in dieser
Hinsicht an allen sichern Beobachtungen. Davy suchte auf
eine indirecte Weise durch das Verhalten zweier Körper gegen
einen dritten, das Verhalten der ersteren gegen einander zu bestimmen. "Wir können", sagt er¹, "mit Sicherheit schließen,
daß Körper, welche in Hinsicht auf eine und dieselbe Substanz

¹ Gehlen's Journ. V. 89. auch G. XXVIII. 181.

entgegengesetzte Kräfte besitzen, auch respective unter sich entgegengesetzte Kräfte besitzen werden. Dieses finde ich in einem Versuche, den ich mit trockenem Kalke und Kleesaure Ein Stück trockenen Kalkes, der von einem Stücke dichten, sehr reinen, secundären Kalksteins herrührte, und so geschnitten war, dass er eine breite, glatte Oberfläche darbot, warde durch wiederholte Berührung mit Krystallen von Kleesime + elektrisch, diese Krystalle auf das condensirende Elektrometer gebracht, und wiederholt von dem Kalke, den man nach jeder Berührung entlud, berührt, machten die Goldblättchen mit - E aus einander gehen. Durch die blosse Berührung der Säure oder des Alkali mit dem Metalle würde man die entgegengesetzte E. erhalten haben, ihre wechselseitige Wirkung muls also sehr stark gewesen seyn". Der Analogie nach, meint nun Davy, konne man annehmen, dass allgemein alle übrige Sauren und alkalische Substanzen, so wie der Sauerstoff und Wasserstoff, entsprechende el. Verhältnisse besitzen. Auch findet er eine Bestätigung dieser Ansicht in der Zerlegung der zusammengesetzten Körper durch die Volta'sche Säule, iudem der + Pol die Alkalien und den Wasserstoff, der - Pol den Sauerstoff und die Säuren aus ihren Verbindungen abtrenne, weil sie dadurch in einen von ihrer natürlichen Ordnung verschiedenen el Zustand versetzt werden. Heidmann's schon oben angeführte Versuche 1 waren nicht geeignet, diesen dunkeln Gegenstand aufzuklären, da die Wirkungen nicht bloß von der Er regung der Flüssigkeiten mit einander abhingen. Dasselbe gilt auch von Poegendorff's Versuchen 2, der ohne hinlänglichen Grund das allgemeine Resultat daraus ziehen zu können glaubte, ndaß wo Säure und Alkali zugleich vorhanden sind, erstere -, letzteres + sey, und dass Säuren und Basen für sich allein + gegen Wasser erscheinen, ausgenommen bei Anwendung der Holzkohle zu den Ketten, wo sie differente Charaktere zeigen". Der el. Charakter, welchen Flüssigkeiten in solchen Ketten mit einander zeigen, rührt, wie schon mehrmals bement worden, nicht ausschließend von ihrer Wirkung auf einander her, sondern zugleich von der Wirkung der Metalle mit jeder derselben. Wollte aber Poggendones durch iene Be-

¹ G. XXI. 85.

² Isis 1821. 1r Bd. S. 704.

stimmung nur die Erregung aussprechen, welche die Flüssigkeiten mit einander unter diesen besondern Umständen in der Kette zeigen, so führten die Versuche vielmehr auf das ent-

gegengesetzte Resultat. Denn wenn eine Kette C.f.df oder

z.f.df.z, wo df die differente Flüssigkeit (Säure, Ammoniak, Salmiakauslösung) f aber reines Wasser anzeigt, das Aequiva-

lent der Kette Zf. C ist, so ist klar, dass in jenen Ketten der + (oder nach Franklin's Theorie der einseitige) el. Strom von fd nach f geht, folglich fd in Beziehung auf f sich negativ, f positiv verhält, da in der einfachen Kette von je zwei Körpern, die auf einander in Relation betrachtet werden, der empfangende oder derjenige, nach welchem der + Strom hingeht, als der positive, der abgebende als der negative zu betrachten ist, nach der Analogie des Verhaltens des Zinks mit dem Kupfer. Würde man mit aller Genauigkeit die Intensität der el. Erregung von fd mit C oder Z und von f mit C oder Z ausgemittelt haben, so liesse sich allerdings auf eine indirecte Weise auch die Art und Größe der el. Erregung zwischen fd und i finden. Denn man bezeichne die Totalerregung, wie sie in jenen Ketten statt findet, also die Strömung aufwärts durch +. und die in demselben Sinne zwischen je zwei Körpern in ihrei Berührung statt findende auch durch +, die im entgegengesetzten Sinne statt findende durch -, so ist klar, das +t (die Größe der Spannung der ungeschlossenen Kette am Condensator) = ist $\pm a + \pm x + \pm c$, wo a, x und c die einzelner Spannungen zwischen cfd, f.d.f. und fc bezeichnen. Dem nach ist die gesuchte, noch unbekannte, Spannung zwische! fd und f oder + x = + t - +a - +b. Die Schwierigkei der Anwendung dieser Formel liegt indess darin, dass die e Erregungen zwischen den trockenen und feuchten Erreger selbst noch nicht mit hinlänglicher Genauigkeit so wenig ihre Art, als noch weniger ihrem Grade nach bestimmt sind, un dass insbesondere der letzten Bestimmung fast unüberwindlich Schwierigkeiten entgegen stehen. Becquenel hat sich bemült die Art der el. Erregung zwischen den Säuren und Laugensalze zu bestimmen. Man nehme ihm zufolge zwei gleiche Porcellan schalen, bringe eine alkalische Lauge in die eine, und ein Säure in die andere, und verbinde beide mit einem Platin

streisen. Taucht man nun in jede Schale eines der in Platin anslaufenden Enden des Multiplicators, so findet kein elektromagnetischer Effect statt, weil hier alle elektromotorische Einwirkungen der beiden Flüssigkeiten auf das Platin gegenseitig gehoben sind. Legt man nun auf den intermediären Platinstreifen einen beseuchteten Amianthstreisen, so hat man augenblicklich einen el. Strom, in welchem + E vom Alkali, - E der von der Säure ausgeht, und diese ist allein von der chemischen Einwirkung der Säure auf das Alkali entstanden. BECOURARL scheint mir hierbei in einen doppelten Irrthum genthen zu seyn. Erstlich schreibt er irrigerweise der Wirkung der Säure auf das Alkali ausschliefslich zu, was eine combinirte Wirkung ist. Es wird zwar ohne Zweifel die Wirkung des Platins von beiden Seiten auf die Säure und das Alkali in Beziehung auf diejenigen Puncte der Säure und der alkalischen flüssigkeit, welche mit dem Platinstreisen, aber keineswegs in Beziehung auf diejenigen Puncte dieser beiden Flüssigkeiten, die durch den Amianthstreifen mit einander in Gemeinschaft kommen, aufgehoben. Vielmehr muß man nach strenger Analogie hier zwei Ketten annehmen: eine Kette dargestellt durch Platin, Säure, Wasser (des Amianthstreifens), alkalische Lösung, Platin, und eine Kette aus Platin, Saure, Platin, alkalische Lösung, Platin; letztere ist eine unwirksame, erstere eine virksame, deren Wirksamkeit aber von den vereinigten elektomotorischen Wirkungen der drei Bezührungsslächen (wenn rämlich hierbei vom Wasser abstrahirt wird) zwischen Platin und Säure, Säure und Alkali und Platin abhängt, so dass also us der Richtung des el. Stromes nicht ohne weiteres die el. Enegung zwischen Alkali und Säure abgeleitet werden kann. Zweitens scheint BECQUEREL auch darin zu irren, dass er letztere als von der chemischen Action jener beiden Substanzen bewührend ansieht. Da nämlich dieser letztern doch immer die, Buildrung vorangeht, so konnte wenigstens durch diese allein schon, wie bei der Wechselwirkung der Metalle mit einander, der Grund der el. Erregung gegeben seyn. Wenn übrigens BECQUEREL das Resultat des beschriebenen Versuchs so ausdrückt, dass die - E von der Säure, die + E vom Alkali susgehe, so ist diese Beziehung missverständlich, wenn sie auf den Multiplicator bezogen wird, denn in Beziehung auf diesen ist jene Kette das Aequivalent einer Zink-Kupferkette nach

dem Schema f. Z.C.f, so dass die Säure das Zink, das Alkali das Kupfer vorstellt, und demnach wie vom Zinke aus der + Strom nach dem der Säure nächsten Ende des Multiplicaton, der — Strom vom Alkali aus nach dem seinigen hingeht.

ADOLPH WALKER zu Dresden scheint in dem größten Umfange die schwierige Aufgabe, von der hier die Rede ist, gelöst zu haben, wenn man sein Verzeichniss der vielen Flüssigkeiten betrachtet, deren relatives el. Verhalten, nach welchem sie mit einander + und - werden, nach Versuchen mit der Magnetnadel bestimmt ist 1. Zu diesem Behuf füllte er den an dem einen Enddrahte des Multiplicators befestigten kleinen Platinlöffel mit einem der flüssigen Erreger, stellte dann ein 34 Linien weites, unten mit einem umgebogenen Rande versehenes, mit Thierblase dicht verschlossenes Glasröhrchen, welches den andern flüssigen Erreger enthielt, in den Löffel, und um die Kette zu schließen, berührte er die Flüssigkeit in dem Röhrchen mit dem andern Platinenddrahte des Multiplicators? In andern Fällen wurde auch der kleinere Cylinder in einen etwas größeren gläsernen, mit der andern Flüssigkeit gefüllten, gestellt, und die Enddrähte wurden in den äußeren und inneren Cylinder gesenkt. In noch anderen Fällen wurde die Verbindung der beiden Flüssigkeiten, die sich in zwei Glascylindern befanden, durch eine mit schwacher Kochsalzauflösung gefüllte heberförmige Glasröhre gemacht, Man übersieht leicht, dals diese Versuche der Hauptsache nach ganz mit den von Pos-GENDORFF angestellten, bereits oben mitgetheilten, übereinstimmen, und dass sie so wenig wie diese über das el. Verhalten der flüssigen Erreger an und für sich Auskunft geben, indem die el. Strömung, deren Richtung aus der Art der Ablenkung der Magnetnadel erkannt wird, eben so sehr von der verschiedenen el. Erregung des Platins mit den jedesmal angewandten Flüssigkeiten, als dieser unter einander, abhängt, wie schon daraus zur Genüge erhellet, dass z. B. bei der Anwendung von verdünnter Schwefelsäure und einer Auflösung von Kupfervitriol, als slüssiger Erreger, der Strom eine entgegengesetzte Richtung nahm, wenn der Multiplicator statt durch Platin durch Kupfer mit diesen Flüssigkeiten in Gemeinschaft

¹ Poggendorff's Aunalen IV. 801,

² a. a. O. S. 308,

gesetzt wurde, wonach dann auch die Flüssigkeiten in der Tabelle mit entgegengesetzten Zeichen hätten aufgeführt werden müssen, wenn gleich an und für sich ihre el. Erregung mit einander dieselbe unveränderte geblieben war. WALKER hat nicht näher angegeben, nach welchem Principe er seine Bezeichnung von positiver und negativer Flüssigkeit gewählt habe, aus dem angeführten Versuche mit jener Kette aus Kupfer, verdünnter Schwefelsäure, Kupfervitriolaustosung, Kupfer, in welcher meinen Versuchen zufolge der (positive) el. Strom von der Schweselsäure zum Kupservitriol, dagegen bei Vertauschung des Kupfers mit Platin in entgegengesetzter Richtung geht, ist ersichtlich, dass derselbe diejenige Flüssigkeit die negative pennt, welche von der andern positive E. empfängt, ein Sprachgebruch, der wesentlich abweicht von demjenigen, nach welchem des Zink relativ gegen das Kupfer das positive Metall gemont wird, eben weil es von diesem positive E. erhält. In diesem Sinne verhielten sich nun auch concentrirtere Säuren neguiv gegen verdünntere, dagegen concentrirte Alkalien positiv gegen verdiinntere, z. B. eine concentrirte Kochsalzausstsung positiv gegen eine verdunntere. Laugensalze verhalten sich positiv gegen Sauren, und Salze aller Art, Salze mit alkalischer und erdiger Basis positiv gegen Salze mit metallischer Basis.

Bei diesem Mangel an directen Versuehen lässt sich also wenig über die Gesetze, welche die el. Erregung der Erreger der zweiten Classe unter einander ihrer Art und Intensität nach befolgt, sagen, namentlich muls es für jetzt ganz unentschieden bleiben, ob sie unter sich eine ähnliche Spannungsreihe bilden, wie sie für die trockenen Erreger durch die Erfahrung erwieen ist. Die von Dr. HEIDMANN aufgestellte Folgenreihe könnte za einer solchen Vermuthung Veranlassung geben, sofern von drei flüssigen Erregern a, b, c, wenn a mit b, und b mit e Positiv wird, a sieh jedesmal auch mit c positiv verhält, indels ist jene Heidmann'sche Reihe kein reiner Ausdruck für das Verhalten der Flüssigkeiten unter einander, und die Thatsache, dals es wirksame einfache Ketten und Säulen (selbst natürliche, wie die der Fische) aus bloßen feuchten Erregern giebt, spricht gleichfalls gegen die Annahme einer solchen Spannungsreihe.

BB. Von der einfachen galvanischen Action in der geschlossenen Kette.

Geschlossene galvanische Ketten im Allgemeinen.

- 28. Wenn die nach dem Schema der Linie an einander gereihten galvanischen Erreger zur Figur geschlossen, d. h. wenn die beiden äußersten oder Endglieder der linearen Aneinanderreihung unter einander in Berührung gesetzt werden, so bildet sich eine geschlossene galvanische Kette, bei welcher man den Augenblick der Schließung, die Dauer des Geschlossenseyns und den Augenblick der Trennung in Rücksicht auf die davon abhängigen Erscheinungen wohl zu unterscheiden hat. Durch diese Schliessung tritt entweder eine Action ein, die vor der Schließung noch nicht vorhanden war, oder es verändert sich in dem früheren galvanischen Verhalten nichts, und das vorher bestandene Gleichgewicht der Kräfte, wie es in der Spannungssetzung sein Ziel erreicht hatte, behauptet sich. Darnach unterscheidet man wirksame Kettenschliessungen und wirksam geschlossene galvanische Ketten, und unwirksame Kettenschliesungen und unwirksame geschlossene galvanische Ketten.
- 29. Es lassen sich unendlich mannigfaltige geschlossene galvanische Ketten nach der großen Mannigfaltigkeit der Glieder, welche dieselben bilden konnen, so wie nach dem mannigfaltigen Wechsel in der Aneinanderreihung dieser Glieder denken. Ausgeschlossen aus der Zahl derselben sind vorerst alle diejenigen, in welche Nichterreger des Galvanismus, die auch zugleich Nichtleiter der E. sind, eingehen. Ketten, die durch solche Körper unterbrochen sind, sind als nicht geschlossen zu betrachten, und die Schliessung durch die atmosphärische Luft, die die Endglieder jeder Kette, wie ausgedehnt sie auch sey, mit einander in Gemeinschaft bringt, ist aus diesem Grunde als keine eigentliche Schliessung zu betrachten. Aber auch die aus lauter Erregern des Galvanismus zusammengesetzten geschlossenen galvanischen Ketten sind darum nicht alle wirksame Ketten, durch deren Schliessung eine neue Action eingetreten wäre, vielmehr hängt diese Wirksamkeit wesentlich von der Zahl der Kettenglieder, ihrer sonstigen Beschaffenheit und ihrer Aufeinanderfolge ab. Mit Rücksicht auf den Einsluss die-

ser Bedingungen auf die Wirksamkeit und die Art der Wirksamkeit der geschlossenen galvanischen Ketten und um die grolse Mannigfaltigkeit der galvanischen Ketten unter gewisse Hauptclassen zu bringen, lassen sich folgende Eintheilungen derselben aufstellen.

- I. Nach den beiden Classen, unter welche alle Erreger des Galvanismus gebracht worden sind, bestehen die Ketten:
- a. bloss aus trockenen Erregern oder Erregern der ersten Classe;
 - b. aus blossen feuchten Erregern oder der zweiten Classe;
 - c. aus Erregern beider Classen zugleich.
- II. Nach Verschiedenheit der Zahl der Kettenglieder bestehen die galvanischen Ketten
 - a. blos aus zwei Kettengliedern, zweigliedrige Ketten;
 - b. aus drei Kettengliedern, dreigliedrige Ketten;
- c. aus mehr als drei Gliedern, mehrgliedrige Ketten, mit Ausschluss jedoch aller derjenigen, in welchen eine an sich schon wirksame Combination von Gliedern in derselben Art der Auseinanderfolge wiederholt wird, da diese als Ketten-Ketten oder vielsache Ketten unter die Kategorie der Voltaschen Saule gehören.

III. Nach Verschiedenheit der Anordnung lassen sich die Ketten eintheilen:

a. in symmetrische oder in solche Ketten, welche sich in irgend zwei Puncten in zwei gleiche und ähnliche Hälften theilen lassen, so dass die Kettenglieder in jeder Hälfte derselben von dem einen Theilungspuncte zum andern der Zahl, Beschaffenheit und Auseinandersolge nach dieselben sind, oder die Ketten auf diese Weise sich in zwei gleiche und ähnliche Hälften theilen lassen.

b. in unsymmetrische Ketten, bei denen eine solche Theilung nicht möglich ist.

30. Ueber die allgemeinsten Bedingungen der Wirksamkeit einer galvanischen Kette, nach welchen also auch zu beuntheilen ist, welche von den aufgezählten Hauptclassen von
Ketten wirksame, welche unwirksame sind, haben sich die
Bestimmungen und Ansichten im Laufe dieser Forschung allmälig geändert. Volta leitete aus seiner Theorie der Action in
der einfachen Kette unmittelbar die Folgerung ab, das alle
zweigliedrige Ketten unwirksame seyen, das ferner die Erre-

ger der ersten Classe, in welcher Zahl und Abwechslung bei gänzlichem Ausschlus der Erreger der zweiten Classe sie auch zu Ketten mit einander verbunden seyn mögen, doch immer nur unwirksame Ketten geben. Dagegen raumte er ein, dass es allerdings wirksame geschlossene Ketten aus blossen Erregem der zweiten Classe gebe, wenn die Zahl der Kettenglieder wenigstens drei betrage. RITTER hatte das Gemeinschastliche aller wirksamen galvanischen Ketten oder das allgemeine Schema der einfachen galvanischen Action in Triplicität der Individuen und Duplicität der Classen (Erreger beider Classen mit einander verbunden) gesetzt. Wenn man den Begriff Erreger der zweiten Classe nicht in dem beschränkten Sinne nimmt, dass man darunter bloss die wässrigen Auflösungen oder die eigentlichen Flüssigkeiten versteht, so kann die letztere allgemeine Bedingung nicht als gültig zugegeben werden, da es unleugbar wirksame Ketten aus blossen Bildungstheilen organischer Körper gieht, die sämmtlich mit zu den Erregern der 2ten Classe gehören. Eben so wenig als Duplicität der Classen ist aber auch nach Volta und Ritten Triplicität der Individuen eine allgemeine Bedingung zur Wirksamkeit einer geschlossenen galvanischen Kette. Zwar sind in einer Menge von Fallen, wo man es bloss mit zwei Individuen zu thun zu haben glaubt, wirklich drei Glieder vorhanden, indem ein als ein einzelnes Glied erscheinender Körper schon dadurch die Rolle von zwei Gliedem übernimmt, dass seine verschiedenen Theile von einer sehr ungleichen Temperatur sind, oder die beiden Oberslächen, durch welche er mit dem andern Körper in der geschlossenen Kette in Wechselwirkung sich befindet, durch Glätte, Glanz u. d. g. von einander abweichen, zu geschweigen eine leicht zu übersehende oberflächliche Oxydation der einen Fläche des einen trockenen Erregers, in welchem Falle sogleich zwey Körper ein Oxyd und Metall an die Stelle eines einzelnen getreten sind (vgl. 22); aber auch dann, wenn in der ganzen Continuität eines Körpers vollkommene Gleichförmigkeit aller innern und äußern Eigenschaften statt findet, ist die blosse Ungleichheit der beiden Flächen, mit welchen ein Erreger der ersten Classe mit einem Erreger der zweiten Classe in Berührung tritt, um mit demselben eine geschlossene Kette zu bilden, schon hinreichend, um jene merkwürdige Action zu veranlassen, welche die geschlossene galvanische Kette charakterisirt. Wenn über-

haupt aller Galvanismus, so weit wir ihn bis jetzt betrachtet haben, sich auf Elektricitätserregung zwischen den Körpern in der Berührung bis zu einem bestimmten Spannungsunterschiede für je swei gegebene Körper beschränkt, so lässt sich hier zum Voraus als allgemeinste Bedingung einer unwirksamen Kettenschlielsung anstellen, dals so oft die zwei Endglieder einer zur Kette zu schließenden beliebigen Reihe von Körpern bereits in dieser Anordnung nach dem Schema der Linie den el. Spannungsunterschied besitzen, der bei ihrer unmittelbaren wechselseitigen Berührung, d. h. bei der Schliessung zur Kette zwischen ihnen, so feme sie bloß als galvanische auf einander wirkend betrachtet werden, einzutreten pflegt, keine neue Thätigkeit mit dieser Schließung eintritt, folglich auch die geschlossene Kette in dieser Hinsicht sich von der ungeschlossenen Kette nicht unterscheidet, und eine so gebildete Kette demnach eine unwirksame ist.

- 31. Was nun die im engern Sinne sogenannte galvanische Action selbst betrifft, auf deren Daseyn und Abwesenheit jene Eintheilung in wirksame und unwirksame Ketten beruht, und die jedesmal eintritt, wenn die Korper vor ihrer Berührung moch nicht in demjenigen el. Zustande sich befinden, den ihre galvanische Wechselwirkung fordert, so kann sie im allgemeinen als ein sich selbst immer wieder erneuender eigenthümlither Process charakterisirt werden, durch welchen fortdauernd das Gleichgewicht der el. Kräfte gestört und immer wieder hergestellt wird, ein lebendiger Process von Differenzirung und Indifferenzirung, in welchen alle Glieder der geschlossenen Kette eingehen und sich wechselseitig zu derselben erregen, der sich aber nach der eigenthümlichen Beschaffenheit der Kettenglieder, und den besonderen Kräften und Fähigkeiten derselben, mit denen sie neben ihrer galvanischen Erregungskraft in denselben eingehen, in den verschiedenen Ketten noch durch besondere Erscheinungen und Veränderungen offenbart, aus welchen, da sie ein Product der Wechselwirkung jener besondern Kräfte und Tendenzen mit der eigentlichen galvanischen Action im engeren Sinne sind, diese selbst auf eine mittelbare und directe Weise bestimmbar ist, und da sie sich selbst gleichsam in das Innerste zurückziehend, mehr hypothetisch daraus erschlossen, als an and für sich unmittelbar erkannt werden kann.
 - 32. Man kann auch jetzt noch nach den großen Fortschrit-

ten, welche die Lehre vom Galvanismus gemacht hat, jene Ketten, auf welche sich die Versuche in den ersten Jahren einschränkten, in welche nämlich thierische Theile als Kettenglieder eingehen, in besondere Betrachtung ziehen, da die unmittelbar in die Beobachtung fallenden Erscheinungen in diesen Ketten zunächst von den Lebenskräften dieser Theile abhängen, mit welchen die galvanische Action im engeren Sinne in Wechselwirkung tritt, und daher auch in jener ersten Periode als von einer eigenthümlichen thierischen E. abhängend betrachtet wurden. Anders verhält es sich mit den Ketten, deren Glieder bloss Körper aus der unorganischen Natur sind, und in welchen daher nur Erscheinungen vorkommen, welche auf die allgemeinen Naturkräfte zurückführbar sind. Da indess auch in jenen ersten Ketten die Erscheinungen dieser zweiten Hauptclasse von Ketten mit vorkommen müssen, und folglich die zweite Classe von Ketten aus blossen Gliedern der unorganischen 'Natur eben darum einfacher in ihren Erscheinungen sich darstellt, so wird am passendsten der Anfang mit einer nähern Betrachtung dieser Ketten und der Vorgänge in denselben gemacht werden konnen.

33. Chemischer Process in der galvanischen Kette.

In allen geschlossenen wirksamen galvanischen Ketten, in welche Erreger der ersten und zweiten Classe zugleich als Kettenglieder eingehen, zeigt sich ein chemischer Process thätig, der mit der Schließung der Kette eintritt, während ihres Geschlossenseyns fortdauert, und im Wesentlichen in allen Ketten, in welchen er überhaupt vorkommen kann, denselben Charakter hat, wie mannigfaltig modificirt er auch nach der besondern Beschaffenheit der Kettenglieder in seiner außern Erscheinung insbesondere in seinen Producten, erscheinen mag, sofern er nämlich in allen Fällen durch das Wasser, als den gemeinschaftlichen Bestandtheil aller Erreger der zweiten Classe, welchem sie auch diese Eigenschaft verdanken, vermittelt wird, und in einer Zersetzung desselben besteht, deren Producte nicht in einem Puncte zusammen fallen, sondern an die in entgegengesetzter el. Erregung mit einander befindlichen Glieder der Kette vertheilt und im Raume aus einander gehalten sind.

A. Besteht die Kette aus zwei Erregern der ersten Classe und einem feuchten Leiter (einer Flüssigkeit), so sind es jedesmal die zwei Berührungsflächen jener mit dieser, oder die Grenzen zwischen ihnen, an welchen der chemische Process auftritt und zwar sindet an der Grenze des positiven Erregers stets ein Oxydationsprocess statt, oder der Sauerstoff des Wassers wird hier entbunden, und wirst sich auf den positiven Erreger, der dadurch oxydirt wird; an der Berührungsgrenze des negativen Eregers mit dem seuchten Leiter wird dagegen der Wasserstoff frei, und die allgemeine Form des hier austretenden Processes ist die einer Hydrogenation oder Desoxydation. Sosem man nun die entgegengesetzten el. Zustände, die an den beiden trockenen Erregern in Folge ihrer galvanischen Einwirkung auf einander vorkommen, mit dem Namen el. Pole nicht unpassend bezeichnet hat, so wird nach der Art der Vertheilung der Producte des in der einfachen Kette wirksamen chemischen Processes der + Pol auch der Sauerstoffpol und der — Pol der Hydrogenpol genannt.

34. Dieser chemische Process modificirt sich auf die mannigsaltigste Art nach Verschiedenheit der Flüssigkeit, die sich zwischen den beiden trockenen Erregern besindet, so wie auch nach Verschiedenheit dieser selbst, sowohl dem Grade als der Art nach. Die Stärke dieses chemischen Processes, für welche theils die Menge der Producte desselben in einer gegebenen Zeit, theils der Widerstand der Verwandtschaft, welcher in einzelnen Fällen überwunden wird, ein Mass abgeben, hängt von drei Umständen ab.

a. von der Beschaffenheit des feuchten Erregers (Zwischenleiters);

b. von der Größe der Berührungsfläche zwischen denselben und den trockenen Erregern insbesondere im Verhältnisse gegen einander betrachtet;

c. von dem galvanisch-elektrischen Verhältnisse der trockenen Erreger gegen einander.

a. Was der Einstus der Beschaffenheit des seuchten Leiters betrifft, so gilt im Allgemeinen der Satz, dass der chemische Process sich um so lebhafter zeigt, ein je besserer Leiter der E. der seuchte Leiter ist, und je lebhafter der chemische Process ist, den derselbe auch außerhalb der Kette mit einem der Erreger schon für sich eingeht, sosern derselbe mit demjenigen, der in der Kette selbst an ihm eintritt, zusammensallt. Ritter hat die große Wirksamkeit solcher Ketten, deren seuchtes Zwischenglied schon an und für sich eine starke chemische Action

ausübt, dnrch auffallende Beispiele belegt 1. Einen sehr überraschenden Versuch dieser Art kann man am besten so anstellen, dass man auf dem Boden eines Glases mit mehreren Unzen concentrirter Salzsäure etwa einen Doppel - Louisdor legt, dann eine Zinkstange durch die Salzsäure dem Golde nähert, und endlich damit in Berührung bringt. So lange Zink und Gold sich noch nicht berühren, bleibt letzteres ganz ruhig und ersteres bloss giebt während seiner beginnenden Auflösung dieselbe Menge Hydrogengas, die es auch ohne die Gegenwart jenes Goldes in dieser Säure gegeben haben würde. Sobald man aber beide Metalle mit einander in Berührung bringt, erhebt sich auch vom Golde, ohne daß es dabei im mindesten angegriffen wird, ein ungeheurer Strom von Wasserstoffgas in grofsen Blasen. Nach RITTER soll unter diesen Umständen vom Golde aus eine Gasentbindung statt finden, wie man sie bei keiner Säule selbst von 1000 und 2000 Lagen, wenn sie auf die gewöhnliche Art mit Kochsalzauflösung gebaut ist, an irgend einem Drahte sehe, und nur die Gasentbindung einer Säule von 2000 Lagen, die mit concentrirter kalter Salmiakauflösung gebaut ist, übertreffe sie in der ersten Zeit ihrer Wirksamkeit. Dieselben Phänomene zeigen sich in einem etwas schwächeren Grade in der Salpetersäure, wo sich jedoch statt des Hydrogens Salpetergas entbindet, und in verdünnter Schwefelsäure. In einer Auflösung von gereinigter Pottasche in gleich vielem Wasser geben Zink und Platin für sich in Zeit von einigen Minuten nichts Bemerkliches von Gas, bei ihrer Berührung unter der Auflösung aber oxydirt sich das Zink, und das Platin wird allseits mit Gas überzogen. Bringt man in mäßig starke Salzsäure Stanniol, und berührt dieses mit Platin, so giebt das Stanniol kein Gas, sondern oxydirt sich blofs, das Platin aber giebt blos Gas. Berührt man aber das Stanniol statt mit Platin mit Zink, so giebt das Stanniol Gas ohne Oxydation, welche sich jetzt vielmehr auf das Zink wirft, und zu derjenigen ohne Kette addirt. Silber mit Gold oder Platin unter Salzsäure zusammengebracht giebt keine bemerkliche Spur von Wirkung, unter Salpetersäure aber sogleich und sehr viel. Das Blei und Platin, Eisen und Platin unter Salzsäure, geben wenig, unter Salpetersäure aber mehr und viel 2.

¹ Dessen el. System S. 5 ff.

² a. a. O. S. 5 -- 18.

b. Das zweite Moment, was auf die Lebhastigkeit des chemischen Processes Einfluss hat, ist der Grad der el. Erregung. welche die trockenen Erreger sowohl unter sich als mit den flüssigen eingehen. Im Allgemeinen ist unter übrigens sonst gleich günstigen Umständen der Process um so lebhafter, je weiter die trockenen Erreger in der Spannungsreihe aus einander stehen, oder je größer die el. Spannung ist, die sie mit einander setzen. So sind Ketten, in welchen Zink als das eine Metall eingeht, mit allen übrigen Metallen wirksamer, als aus diesen selbst gebildete, und die fünf Metalle: Platin, Gold, Silber, Kupfer und Stanniol geben mit dem Zinke in dieser Ordmang, in welcher auch ihr Spannungsunterschied mit diesein Metalle abnimmt, unter Salzsäure abnehmende Wirkungen. Indess giebt es doch auch Ausnahmen von dieser Regel, die, verbunden mit den bereits angesührten Erscheinungen beweisen, dals das besondere Verhältnis der Flüssigkeiten gegen die Erreger der ersten Classe die Wirkung wesentlich mit bestimmt. So fand RITTER 1, das ein Amalgam aus zwei Theilen Quecksilber und einem Theile Zink mit Platin und andern Metallen in Salzsäure weit weniger Action gab, als Zink mit Platin, ungeschtet jenes Amalgam in der Spannungsreihe der Erreger der ersten Classe entfernter vom Platin und andern Metallen als das Zink steht, indem es mit diesem selbst positiv wird. So verhielten sich auch andere an Positivität das Zink weit übertreffende Amalgame, unter andern das Kienmayer'sche aus 2 Theilen Quecksilber, einem Theile Zink und einem Theile Zinn. sogar als ein Amalgam aus drei Theilen Quecksilber, einem Theile Zink, einem Theile Zinn und einem Theile Blei mit Zink unter derselben Säure zusammengebracht war, wurde bei der Berührung beider mit einander die Oxydation und Gasentwickelung, die auch ohne Ketten bei beiden (doch beim Zinke mehr als beim Amalgam) statt hatte, nicht am Zinke, sondern am Amalgame schwächer, also an letzterem der Oxydationsprocels durch das an ihm auftretende Hydrogen geschwächt. Und doch gab dieses Amalgam mit Platin mehr Action als das Kienmayer'sche, ganz wieder der Spannungsreihe jener Amalgame unter sich gemäls, da jenes mit dem letzteren positiv wird.

c. Die Stärke des chemischen Processes wird endlich auch

¹ El. System S. 6.

durch die relative Größe der Oberstächen bestimmt, in welcher die beiden Erreger der ersten Classe mit der Flüssigkeit und unter sich in Berührung kommen. Hierbei verdient nun das ganz verschiedene Verhalten der beiden trockenen Erreger, was den Einfluss der Größe ihrer respectiven Berührungsfläche mit dem flüssigen Leiter, so wie denjenigen ihrer Berührungsfläche unter einander, verglichen mit derjenigen mit dem flüssigen Leiter betrifft, eine besondere Aufmerksamkeit. In ersterer Hinsicht zeigt nämlich der negative Erreger ein ganz anderes Verhalten, wie der positive und zwar ist dieses abweichende Verhältniss zuerst bei Gelegenheit der interessanten von Schweisger angegebenen galvanischen Combinationen von RITTER erkannt, und von Schweigger zur Verstärkung der Wirkung der Volta'schen Säulen benutzt worden 1. Bei der Combination von Zink und Kupfer z. B. ist ein Stück Zink fähig, sehr viel Kupfer iu Action zu versetzen, diese wächst bis zu einer gewissen Grenze mit jedem neuen Kupferbleche, das in der Flüssigkeit mit dem Zinke in Berührung gesetzt wird. aber nicht so umgekehrt, vielmehr nimmt bei unverändert bleibender Große der Berührungsfläche des Kupfers mit der Flüssigkeit und bei der Vergrößerung der mit der Flüssigkeit in Berührung befindlichen Zinksläche die chemische Action, so weit sie galvanisch bedingt ist, und sich also namentlich durch Ent wickelung von Hydrogengas am Kupfer kund thut, ab, und kann sogar ganz auf Null herabsinken. Dieses gilt auch zwischen je zwei andern Metallen auf gleiche Weise für das negative in Beziehung auf das positive. So fand RITTER bei der Verbindung von Zinkdrähten mit Platindrähten unter Sauren, dass, ungeachtet die Zinkdrähte dunne waren, die Gasentbindung am Platindrahte kaum merklich wuchs, wenn man noch einen zweiten, dritten mit ihm verbundenen Zinkdraht in die Säure brachte, während bei dem einen Zinkdrahte, wenn noch ein zweiter, dritter, vierter Platindraht u. s. f. mit ihm in der Säure verbunden wurde, jeder neue beinahe so viel Gas als der vorige gab, und man konnte lange fortfahren, bis der Unterschied merklich wurde. Diese Eigenschaft des positiven Metalls, eine verhältnismässig weit größere Masse des negativen in galvanische Thätigkeit zu versetzen, die an diesem in einem

¹ Galvanische Combinationen in Gehlen's Journ. VII. 537.

Hydrogenations, oder überhaupt in einem der Oxydation entgegengesetzten, diesen beschränkenden Processe besteht, hat DAYY 1 neuerlich auf eine sehr sinnreiche Weise zur Sicherung des Kupferbeschlags der Schiffe gegen Oxydation in Vorschlag gebracht. Um nämlich die Bildung des basischen salzsauren Kupfers zu verhüten, wodurch das Seewasser den Kupferbeschlag der Schiffe allmählig zerstört, kam es nur darauf an, das Kupfer in einem permament - el. Zustand durch den Contact mit einem andern positiven Metalle zu versetzen, und es zeigte sich, dass schon durch Berührung mit einem Zinnstreifen, der blos 140 von der Oberfläche des Kupfers beträgt, sofern er mit demselben in die geschlossene galvanische Kette eintritt, die beabsichtigte Wirkung erreicht wird. Auch andere gegen Kupfer positive Metalle, wie Zink und Blei können angewandt werden, aber Zinn ist vorzuziehen, weil es durch Löthing in vollkommenen Contact mit dem Kupfer gebracht, und das basische salzsaure Salz (das Zinnsalz) leichter von ihm getrennt werden kann. Die Versuche wurden mit Bändern von Zinn gemacht, und es zeigte sich, dass solch ein Band von Substanz gleich zon des Kupfers die Zerstörung des letzteren . wirklich verhinderte. DAVY vermuthete auch, dass diese Methode, abgesehen davon, dass sie die Oxydation beseitigt, auch das Anhängen der Vegetabilien und Seethiere an den Schiffsbeschlag verhindern werde. Die Versuche hierüber sind auch wirklich auf Besehl der Admiralität im Großen ausgeführt worden, und es hat sich der eine Erfolg, nämlich Beseitigung der Oxydation, vollkommen bestätigt gefunden, dagegen ist die endere Erwartung Davy's nicht eingetroffen, im Gegentheile find sich, dass die Vegetabilien und Seethiere sich in weit gröherer Menge an den Schiffsbeschlag angelegt hatten, wodurch des Schiff in seinem Laufe sehr gehemmt wurde, und dieses Nachtheils wegen ist die Anwendung jenes Mittels wieder aufgegeben worden.

Bei diesem so verschiedenen Verhältnisse der beiden Erreger der ersten Classe, kommt es indess wesentlich nur auf die Größe der Berührungsfläche und nicht auf die Masse an, dals der negative Erreger bei gleicher Oberfläche, die mit dem Süssigen Leiter in Berührung tritt, wie verschieden auch die

¹ Schweigg. N. R. XI. 444.

Masse desselben seyn mag, den gleich lebhaften Process begründet, also z.B. in Form eines ausgehöhlten Cylinders eben so wirksam ist, als wenn derselbe von dem gleichen Metalle ganz solid angewandt wird.

- Noch äußert die Größe des Zwischenraumes zwischen den trockenen Erregern oder die Dicke der Schicht der Flüssigkeit, die sich zwischen denselben befindet, einen bedeutenden Einfluls auf die Lebhaftigkeit des chemischen Processes, und zwar gilt das allgemeine Gesetz, dass unter übrigens gleichen Umständen der Process um so lebhafter ist, je kleiner der Zwischenraum oder je dünner die Schicht des flüssigen Leiters, bei übrigens gleichmässig bleibender Breitenausdehnung desselben ist. Auch steht bei gleicher Länge des Zwischenraumes und bei gleicher Berührungsfläche der trockenen Erreger mit der Flüssigkeit die Stärke des chemischen Processes in geradem Verhältnisse mit der Größe der Berührungsfläche der einzelnen Schichten jener letzteren unter einander selbst. Die Größe der Berührungsfläche der trockenen Erreger unter einander selbst ist dagegen ohne bemerkbaren Einfluss auf die Starke des chemischen Processes, und die kleinst mögliche Berührung derselben unter einander gleichsam nur in einem Puncte scheint für jede Verstärkung der Wirkung durch Vermehrung der Berührungsflächen mit der Flüssigkeit auszureichen, wenigstens bis zu einer Grenze, die in den gewöhnlichen Versuchen nicht überschritten wird.

34. Metall - Vegetationen.

Der chemische Process in dieser dreigliedrigen Kette aus zwei trockenen und einem feuchten Erreger modificirt sich besonders noch der Art nach gemäs der Verschiedenheit der letzteren. Zwar findet in allen Fällen Zersetzung des Wassers als gemeinschaftlichen Bestandtheils aller feuchten Erreger statt, aber auch die anderweitigen Elemente derselben greifen in den Process mit ein, und indem sie theils durch die galvanische Action an und für sich, theils durch die Wechselwirkung mit den Bestandtheilen des zersetzten Wassers von einander getrennt werden und in neue Verbindungen eingehen, treten sie im Raume verschieden, in mannigsaltiger Gestalt auf. Man kann in dieser Hinsicht den allgemeinen Satz aufstellen, dass ein jeder zusammengesetzter Körper, der im Wasser aufgelöst an dem Processe mit Theil nimmt, sosen er durch die Action

der Kette zersetzt wird, in allen Fällen in zwei Bestandtheile zerlegt wird, die in Beziehung auf einander in einem ähnlichen Verhältnisse oder Gegensatze stehen, indem der eine von ihnen, wie der Sauerstoff, von dem positiven, der andere von dem negativen Erreger angezogen wird und an diesem auftritt. Es gilt in dieser Hinsicht ein ähnliches allgemeines Gesetz, wie dasjenige, auf welchem die Spannungsreihe der trockenen Erreger beruht, dass nämlich alle Körper sich in eine Reihe ordnen lassen, nach welcher zum Voraus das Verhalten je zweier Körper, die aus ihrer Verbindung mit einander durch die galvanische Action abgetrennt werden können, sich bestimmen bist, nämlich welcher von ihnen am +, welcher am - Pole auftreten werde, wobei dasselbe Gesetz wie bei den Metallen gilt, dass, wenn ein Körper a gegen einen Körper b sich positiv verhält, d. h. vom - Pole angezogen wird, während b sich mach dem + Pole begiebt, und darum den Namen des negativen erhält, er anch mit alten Körpern c, d, e, f u. s. w., gegen welche b seinerseits sich positiv verhält, den gleichen Charakter zeigen werde. So weit die zerlegenden Versuche in der einfachen Kette gehen, folgen die einfachen Grundstoffe von dem negativsten ausgegangen, in folgender Ordnung: Sauerstoff, Chlor, Jod, Stickstoff, Schwefel, Selen, Phosphor, die Metalle, Wasserstoff, und von den bereits zusammengesetzten Körpern, die als solche aus einer Verbindung der zweiten und dritten Ordnung abgetrennt werden, sind die Sauren die am meisten negativen, dann die Erden, und die positiven sind die Laugensalze. Zur. Erläuterung dieses Verhaltens dienen foltende Versuche. Bedient man sich einer Zink-Gold oder Zink - Platinkette unter der Salpetersäure, so entwickelt sich am negativen Metalle nicht bloss Wasserstoffgas, sondern auch Stickgas, während das Zink sich oxydirt; dient dagegen Ammonial als flüssiger Leiter, so tritt am - Pole bloss Wasserstoffgas, am + Pole dagegen neben dem Sauerstoffgase auch Stickgas hervor. Wird Schweselsture als flüssiger Leiter gebraucht, so entwickelt sich Schwefelwasserstoffgas am negatiren Metalle. Oxychlorsäure giebt Chlor am negativen Metalle, les zugleich aufgelöst wird, Hydrochlorsaure dagegen das Calor am positiven Metalle, während Wasserstoffgas sich am regativen Metalle entwickelt; eben so Hydrojodsaure Jod am positiven Metalle, Wasserstoff am negativen. Der Sauerstoff

verbindet sich gewöhnlich mit den positiven Metalien, und wenn eine Säure als Flüssigkeit dient, so löst sich das Oxyd in der Säure auf, dagegen behält das negative Metall seinen Metallglanz unverändert, und erhält ihn sogar wieder, wenn es ihn durch eine oberflächliche Oxydation verloren hatte. Wendet man aber als negatives Glied der Kette das krystallisirte Graubraunsteinerz mit Zink unter Schwefelsäure oder Salzsäure an, so giebt ersteres kein Gas, sondern verliert seinen Glanz, wird blind, und nimmt an Gewicht ab, eine Wirkung, die vom Wasserstoffe abhängt, der sich mit seinem Sauerstoffe verbindet ¹.

Die desoxydirende Wirkung des am negativen Metalle auftretenden Wasserstoffs zeigt sich auf eine besonders interessante und merkwürdige Weise durch die Metallvegetationen, welche man auf galvanische Weise aus Auflösungen von Metallsalzen, die als flüssiger Erreger dienen, darstellen kann. CHAR-LES SYLVESTER 2 war der Erste, der im Jahre 1606 auf diese Metallvegetationen aufmerksam machte, die durch Metalle, welche an und für sich durch einen einfachen chemischen Procels solche Reductionen nicht zu bewirken im Stande sind, hervorgebracht werden. Er überzog die eine Hälfte einer Glasplatte mit salpetersaurer Silberauflösung, die andere mit verdünnter Salzsäure, so dass beide sich berührten, legte in erstere das Ende eines Platindrahtes, in die andere das Ende eines Zinkdrahtes und brachte die beiden andern Enden auf dem Tische mit einander in Berührung, sogleich wuchs von der Spitze des Platindrahtes aus ein schöner Silberbaum. Dieses hörte sogleich auf, als beide Drähte getrennt wurden. Eine andere von ihm befolgte Methode diesen Versuch anzustellen, welche auf mannigsaltige Weise benutzt werden kann, bestand darin, dass er eine an beiden Enden offene, unten mit Blase überbundene Glasröhre, mit essigsaurer Bleiauslösung füllte und die obere Oeffnung mit einem Korke verschloss, durch welchen ein Platindraht (statt dessen man auch einen Silberdraht oder ein Silberblech nehmen kann) in die Flüssigkeit hineingetaucht war. Diese Röhre hing er aufrecht mit dem untern Ende in verdün mit Salzsäure, welche sich in einem Gefässe mit Zink befand. So

¹ Ritter's el. System 8. 10.

² G. XXV. 454. auch Gehlen's Journ. d. Phys. u. Chem. I. 539

lange der Platindraht mit dem Zink des Gefälses außer Berührung war, zeigte sich in der Röhre keine Veränderung, sobald er aber an das Zink befestigt wurde, begann regulinisches Blei um die Platinspitze zum Vorschein zu kommen. War die Röhre mit verdünnter Salzsäure gefüllt, so gab der Platindraht Wasserstoffgas her. In diesem Versuche hemmt zwar die wohl ungebundene und mit ihrem Rande aus der Flüssigkeit hervorragende Blase die Vermischung der beiden Flüssigkeiten mit einander in Masse, aber die Wasserzersetzung und die Ueberfährung der kleinsten Theilchen, in welche die Körper getrennt werden, wird dadurch nicht verhindert. Funfzehn Jahre nachher hat J. W. Dobennunn diese Vorrichtung mit einigen kleinen Abänderungen wieder beschrieben, und sie empfohlen, um sich reines Wasserstoffgas zu bereiten, Kobalt, Nickel u. s. w. Fig. ses ihren Außtösungen metallisch zu reduciren. aa ist ein Glas- 85. cylinder von 1,5 bis 2 Z. Höhe, 7 bis 9 Lin. Weite mit Salmakanflösung gefüllt, bb eine mit Blase unten verschlossene Glasröhre 3 bis 4 Z. hoch, 4 bis 5 Lin. weit, in welche die Metallauflösung wie z. B. von Nickel oder Kobalt gegessen wird, eist ein Stiick Zink, womit ein Platindraht oder Silberstreifen d darch Umwickelung mit einem Drahte genau verbunden und durch Umbiegung in die Glassöhre b eingetaucht wird. Zur Bereitung von reinem Wasserstoffgas wird die Röhre b gänzlich mit Salzsaure oder verdünnter Schwefelsaure gefüllt und eben mit einem Kæke verschlossen, durch welchen einerseits die Silber - oder Platinstreifen und andererseits eine kleine zweimal gebogene Glasröhre, beide haftdicht, hindurchgesteckt werden, durch welche letztere das reichlich von der Oberfläche des Metalls sich entwickelnde Wasserstoffgas entweicht und unter einer kleinen Glocke aufgefangen werden kann. Will man Kobalt oder Rickel aus ihren Auflösungen reduciren, so darf man in die äußere Röhre keine Salmiakauflösung gießen, weil sich sonst in Felge der Ueberführung des Ammoniaks durch die Blase in den innern Cylinder dreifache Salze bilden, die nicht leicht reducirt werden, sondern Salzsäure und salzsauren Kalk.

Mit den auf die angezeigte Weise erhaltenen Metallvegetationen stellte auch bereits Sylvesten die schon längst bekannten, auf sogenanntem chemischen Wege erhaltenen Metallve-

¹ G. LXVIII. 84.

ten, welche die Lehre vom Galvanismus gemacht hat, jene Ketten, auf welche sich die Versuche in den ersten Jahren einschränkten, in welche nämlich thierische Theile als Kettenglieder eingehen, in besondere Betrachtung ziehen, da die unmittelbar in die Bepbachtung fallenden Erscheinungen in diesen Ketten zunächst von den Lebenskräften dieser Theile abhängen, mit welchen die galvanische Action im engeren Sinne in Wechselwirkung tritt, und daher auch in jener ersten Periode als von einer eigenthümlichen thierischen E. abhängend betrachtet wurden. Anders verhält es sich mit den Ketten, deren Glieder bloss Körper aus der unorganischen Natur sind, und in welchen daher nur Erscheinungen vorkommen, welche auf die allgemeinen Naturkräfte zurückführbar sind. Da indess auch in jenen ersten Ketten die Erscheinungen dieser zweiten Hauptclasse von Ketten mit vorkommen müssen, und folglich die zweite Classe von Ketten aus blossen Gliedern der unorganischen Natur eben darum einfacher in ihren Erscheinungen sich darstellt, so wird am passendsten der Anfang mit einer nähern Betrachtung dieser Ketten und der Vorgänge in denselben gemacht werden können.

33. Chemischer Process in der galvanischen Kette.

In allen geschlossenen wirksamen galvanischen Ketten, in welche Erreger der ersten und zweiten Classe zugleich als Kettenglieder eingehen, zeigt sich ein chemischer Process thätig, der mit der Schließung der Kette eintritt, während ihres Geschlossenseyns fortdauert, und im Wesentlichen in allen Ketten, in welchen er überhaupt vorkommen kann, denselben Charakter hat, wie mannigfaltig modificirt er auch nach der besondern Beschaffenheit der Kettenglieder in seiner außern Erscheinung. insbesondere in seinen Producten, erscheinen mag, sofern er nämlich in allen Fällen durch das Wasser, als den gemeinschaftlichen Bestandtheil aller Erreger der zweiten Classe, welchem sie auch diese Eigenschaft verdanken, vermittelt wird. und in einer Zersetzung desselben besteht, deren Producte nicht in einem Puncte zusammen fallen, sondern an die in entgegengesetzter el. Erregung mit einander befindlichen Glieder der Kette vertheilt und im Raume aus einander gehalten sind.

A. Besteht die Kette aus zwei Erregern der ersten Classe und einem feuchten Leiter (einer Flüssigkeit), so sind es jedesmal die zwei Berührungsflächen jener mit dieser, oder die Grenzen zwischen ihnen, an welchen der chemische Process austritt und zwar sindet an der Grenze des positiven Erregers stets ein Oxydationsprocess statt, oder der Sauerstoff des Wassers wird hier entbunden, und wirst sich auf den positiven Erreger, der dadurch oxydirt wird; an der Berührungsgrenze des negativen Erregers mit dem seuchten Leiter wird dagegen der Wasserstoff frei, und die allgemeine Form des hier austretenden Processes ist die einer Hydrogenation oder Desoxydation. Sofern man nun die entgegengesetzten el. Zustände, die an den beiden trockenen Erregern in Folge ihrer galvanischen Einwirkung auf einander vorkommen, mit dem Namen el. Pole nicht unpassend bezeichnet hat, so wird nach der Art der Vertheilung der Producte des in der einsachen Kette wirksamen chemischen Processes der + Pol auch der Sauerstoffpol und der — Pol der Hydrogenpol genannt.

- 34. Dieser chemische Process modisiert sich auf die mannigfaltigste Art nach Verschiedenheit der Flüssigkeit, die sich zwischen den beiden trockenen Erregern besindet, so wie auch nach Verschiedenheit dieser selbst, sowohl dem Grade als der Art nach. Die Stärke dieses chemischen Processes, für welche theils die Menge der Producte desselben in einer gegebenen Zeit, theils der Widerstand der Verwandtschaft, welcher in einzelnen Fällen überwunden wird, ein Mass abgeben, hängt von drei Umständen ab.
- a. von der Beschaffenheit des feuchten Erregers (Zwischenleiters);
- b. von der Größe der Berührungsfläche zwischen denselben und den trockenen Erregern insbesondere im Verhältnisse gegen einander betrachtet;
- c. von dem galvanisch-elektrischen Verhältnisse der trockenen Erreger gegen einander.
- a. Was der Einstuß der Beschaffenheit des feuchten Leiters betrifft, so gilt im Allgemeinen der Satz, dass der chemische Process sich um so lebhaster zeigt, ein je besserer Leiter der E. der seuchte Leiter ist, und je lebhaster der chemische Process ist, den derselbe auch außerhalb der Kette mit einem der Erreger schon für sich eingeht, sosern derselbe mit demjenigen, der in der Kette selbst an ihm eintritt, zusammenfallt. RITTER hat die große Wirksamkeit solcher Ketten, deren seuchtes Zwischenglied schon an und für sich eine starke chemische Action

allein auf rein chemische Weise das aufgelöste Metall wider herstelle, wie dann aus einer Bleizuckerauflösung durch eine Kette von Blei und Platin das Blei nicht reducirt werde, die doch wenigstens eben so wirksam sey, als eine Kette von Zink und Blei; eben so wenig durch eine Kette von Eisen und Platin, sondern daß Zink dazu erforderlich sey; daß ferner auch die Auflösungen der Metallsalze in Weingeist, namentlich der Kupfer-und Silbersalze, auf ähnliche Weise reducirt werden, wo doch die Erklärung durch eine Wasserzersetzung und den am — Role auftretenden Wasserstoff nicht anwendbar sey, und daß die Reduction des Bleies aus einer Auflösung des Bleizuckers in Weingeist durch Zink wohl nur darum ausbleibe, weil das essigsaure Zink in Weingeist nicht auflöslich sey.

Abgesehen davon, dass schon die Art des Fortwachsens des Silberbaumes, Bleibaumes auf keine andere als galvanische Weise begreiflich, und die von Fischer versuchte Erklärung, als wenn doch das Blei stets unmittelbar am Zinke niedergeschlagen werde, sich aber auf Unkosten eines angrenzenden Theilchens von Bleioxyd von neuem wieder auflöse, bis zu jenen Bleitheilchen hin, das sich irgendwo an das Ende des bereits gebildeten Bleibaums wegen der Cohäsions-Anziehung anhänge, ganz willkürlich ist, so hat HEINRICH Rose die Unrichtigkeit aller jener Behauptungen Fischen's gründlich nachgewiesen, und durch neue Versuche die Sylvester-Grotthussische Erklärung ferner bestätigt 1. Er liefs durch eine Zinkstange in einer Bleizuckerauflösung, die in einer einen halben Zoll weiten, unten geschlossenen, Glasröhre sich befand, einen Bleibaum von oben nach unten wachsen, und nachdem dieser vom Ende der Zinkstange aus gerechnet einen Zoll gewachsen war, liess er einen Tropfen einer concentrirten Glaubersalzauflösung neben der Vegetation hinablaufen; man konnte durch den Faden, den er bildete, deutlich das Hinabsinken bemerken, doch nicht eher, als bis er das Ende der Vegetation erreicht'hatte, verwandelte er sich plötzlich in ein weißes Wölkchen. Auch wurde der Versuch so angestellt, dass das Zink auf den Boden einer unten mit einem Korke verschlossenen Glasröhre gebracht wurde, in welcher sich eine Bleizuckerauflösung befand. Wurde nun, nachdem die Vegetation eine

¹ Th. v. Grotthuss physisch - chemische Forschungen 8. 189.

Zeitlang von unten nach oben gewachsen war, die Flüssigkeit unterhalb mit Sorgfalt, so weit die Höhe der Vegetation reichte, abgelassen, so fand sich bei der Prüfung mit Glaubersalz nichts von Blei darin. Er brachte ferner in einer engen Glasröhre über eine Bleiaussösung eine Aussösung von essigsaurem Zink mit aller Vorsicht die Vermischung zu vermeiden, und dann einen Zinkcylinder mit einem Bleistreischen, so dass ersterer noch einige Zolle von der Bleiauslösung entsernt blieb; die Reduction fand in diesem Falle nur an der Bleispitze statt, und in vielen Tagen keine am Zinke, doch war diese Reduction des Bleies nur sehr sparsam und erfolgte erst nach längerer Zeit, sie war sogar noch viel geringer, wenn der Bleistreifen nicht blos einige Linien herab, sondern bis auf den Boden der Flüssigkeit reichte, sie erfolgte dann nur an der Grenze beider Flüssigkeiten, und war nicht stärker, als wenn ein Bleistreifen auch für sich allein durch beide über einander geschichtete Flüssigkeiten gesteckt worden wäre. Es scheint in diesem Falle die Wirkung der einen Kette aus Zink, Blei und den beiden Flüssigkeiten durch eine entgegengesetzte Wirkung einer andern Kette, welche durch das Blei mit den beiden Flüssigkeiten gebildet wurde, beschränkt worden zu seyn, doch spricht immer noch die auch noch so geringe Reduction des Bleies an der Spitze des Bleistreifens gegen Fischen. Wurde dagegen die Bleizuckerauflösung in einem unten mit Blase zugebundenen Glascylinder gegossen, und dieser in eine Schale gesetzt, worin sich eine Glaubersalzauflösung befand, in welcher ein Stück regulinisches Zink lag, mit einem Bleistreifen, noch besser einem Silber - oder Platindrahte verbunden, welcher umgebogen in das Glas mit der Bleizuckerauflösung hineintauchte, so erfolgte die schönste Bleivegatation. Selbst eine Kette aus Eisen und Silberdraht brachte bei derselben Vorrichtung einen schönen Bleibaum am Silberdrahte hervor. Dass beim Eintauchen einer Zinkstange, an welcher sich ein Bleistreifen, oder selbst ein Gold - oder Silberstreifen befindet, in eine Bleiaustösung, keine merkliche Reduction des Bleies am negativen Metalle erfolgt, erklärt sich zur Genüge daraus, dass sich sogleich auf gewöhnliche Weise Blei am Zinke niederschlägt, das dann allerdings eine wirksamere galvanische Kette wegen des geringeren Zwischenraumes der Flüssigkeit von diesem Blei zum Zinke bildet, als jene erstere ist, und somit an sich die weitere Reduction auf galvanischem Wege unterhält.

Man kann durch solche einfache galvanische Ketten die kleinsten Spuren von weisem Arsenik in einer Auflösung entdecken, wozu am besten die oben beschriebene Vorrichtung mit der Blase dient. Zum negativen Metalle nimmt man dann am besten einen Golddraht, der sich, wenn die Auflösung auch hochstens nur In Gran weißen Arsenik enthält, nach einigen Stunden mit einer schwarzen Haut überzieht, die unter einem deutlichen Knoblauchgeruche über einer Lichtstamme sich wieder verflüchtigen lässt; eben so lässt sich 'die kleinste Spur von Kupfer in einer Flüssigkeit entdecken, indem man in den einen Schenkel einer zweischenkelichen Glasröhre die zu prüfende Flüssigkeit, und in den andern mit hinlänglicher Vorsicht. um die Vermischung möglichst zu vermeiden, verdünnte Salzsäure giesst, in diese eine Zinkstange und in die Flüssigkeit einen Silberdraht taucht, und die beiden Metalle außerhalb mit einander in unmittelbare Berührung bringt, oder durch einen beliebigen Metalldraht verbindet. Enthält die Flüssigkeit auch nur Gran Kupfer aufgelöst, so wird der Silberdraht nach einigen Stunden mit einer an ihrer rothen Farbe leicht zu erkennenden Kupferhaut überzogen seyn.

Die Vorrichtung mit einer Blase ist besonders geeignet, die Ansammlung der in einem ähnlichen Gegensatze mit einander, wie Sauerstoff und Wasserstoff, stehenden Bestandtheile zusammengesetzter Körper und die Wanderung derselben von einem Pole der Kette- zum andern in ein helles Licht zu setzen. Füllt man nämlich eine nach der mitgetheilten Beschreibung zugerichtete Glasröhre mit einer Salmiakauflösung, stellt sie in eine Schale, in welcher sich Salzsäure befindet, und verbindet beide Flüssigkeiten durch eine Kette von Zink und Silber, oder Gold, oder Platin, wobei das negative Metall in die Salmiakauslösung taucht, so zeigt diese letztere in sehr kurzer Zeit eine alkalische Reaction, und hat man die Ketten lange genug wirken lassen. so ist in der Röhre bloss Ammoniak zurückgeblieben, alle Salzsäure dagegen in die Schale übergegangen. Auf ähnliche Weise verhalten sich auch andere Salzauslösungen. Die Säure ist durch die Blase hindurchgegangen, und in der Glasröhre befindet sich nur noch alkalische Flüssigkeit. Hat man Chlorsilber in die Röhre gebracht, so zeigt sich dieses nach kürzerer oder längerer Zeit im Verhältniss der angewandten Menge reducirt. und keine Spur von Chlor in der Glasröhre, da es sich in der

Flüssigkeit der Schale befindet. Bei Gelegenheit der Säule werden wir auf dieses merkwürdige Phänomen zurückkommen.

36. Dieser chemische Process wird auf eine eigenthümliche Weise modificirt, wenn der feuchte Leiter in seiner Continuität durch einen trockenen Erreger unterbrochen, oder in zwei Halften getheilt wird, die durch diesen mit einander in Verbindung stehen. Der Erfolg dieses Versuches fällt am deutlichsten in die Angen, wenn man den flüssigen Leiter, z. B. Salzsäure, Fig. in zwei Gläser giesst, und in die Flüssigkeit des einen Glases 84 das eine Metall z. B. Zink, in die des andern Glases das andere Metall z. B. Gold, Silber oder Platin eintaucht, beide ausserhalb mit einander verbindet und die auf diese Weise erst nach dem Schema der Linie an einander gereihten Körper durch irgend einen bogenformigen Metalldraht zur Figur schließt, oder die geschlossene Kette bildet. Hier gilt nun das allgemeine Gesetz, dass der auf diese Weise die Kette schließende trockene Erreger gleichsam in zwei Hälften zerfällt, und für sich allein die Rolle zweier Erreger zugleich spielt. Das dem + Metalle zugekehrte Ende verhält sich nämlich wie ein negatives, das dem - Metalle zugekehrte Ende wie ein positives Metall, und es treten die entsprechenden chemischen Processe auf. Hängt man also in der als Beispiel gebrauchten Kette einen Eisendraht & ein, so beginnt die Action angenblicklich, und außer der Oxydation am Zinke und dem Hydrogen am Golde hat man am Eisen in c dem Zinke gegenüber Gasentbindung ohne Oxydation, in d dem Golde gegenüber Oxydation ohne Gasentbindung. Indels äußert die Beschaffenheit des verbindenden Drahtes hierbei einen sehr bemerkenswerthen Einfluss. Hängt man nämlich statt des Eisens einen gleichfalls homogenen Bogen von Silber, oder Gold, oder Platin ein, so ist die Action viel geringer und beim Golde und Platin ist sie so gut wie null; es findet so wenig an diesem als an dem Golde der eigentlichen Kette Gasentbindung statt, und sie dauert nur noch am Zinke fort, wie sie auch ohne alle galvanische Kette statt finden würde. Hängt man aber Zinn, Blei oder Zink ein, so ist die Action weit stärker als beim Eisen, und beim Zinke die allerstärkste, nur dass am homogenen Bogen wegen der Wirkung, welche die Säure schon für sich auf dasselbe ausübt, die Polarphänomene nicht mehr so deutlich da sind 1. Die fast

¹ Vergl. (RITTER's el. System S. 7. 8. u. Gehlen's Journ. VII. 549.

gänzliche Unterbrechung der Action der Kette unter den angeführten Umständen durch Gold, Platin und jeden andern noch
stärker negativen Erreger, wie z. B. durch Kohle, Reissblei,
krystallisirtes Graubraunsteinerz, ist ein um so merkwürdigeres
Factum, da ein gleicher Streifen von nassem Papier oder eine
befeuchtete Schnur, ein Amianthfaden, die statt des Golddrahts
in gleicher Ausdehnung eingehängt werden, die Wirkung nicht
unterbrechen, ungeachtet sie von Gold, Platin u. s. w. an Leitungsfähigkeit für E. in so hohem Grade übertroffen werden.

So wie nun der chemische Process nach Verschiedenheit des flüssigen Leiters an dem positiven und negativen Metalle eine verschiedene Gestalt annehmen kann, so nimmt er auch an jenen beiden Enden des verbindenden trockenen Leiters eine entsprechende verschiedene Gestalt an und dadurch werden diese Versuche vorzüglich auch geeignet, jene oben aufgestellte Theorie der Metallvegetationen weiter zu bestätigen. Rosz theilte in Fig. dieser Hinsicht entscheidende Erfahrungen mit 2. Er gols in 84. zwei Gläser salpetersaure Silberauflösung, bediente sich einer Zinksilberkette, und zum homogenen Leiter zwischen den beiden Gläsern eines Silberdrahtes. Hier fand nun, wie zu erwarten war, eine reichliche Reduction des Silbers am Zinke statt, die, je mehr sie zunahm, mit desto schwärzerer Farbe erschien, zugleich stellte sich aber auch am gegenüberstehenden Ende c des Silberdrahtes eine Silbervegetation ein, erst mit weißer, dann mit schwarzer Farbe, letzteres wahrscheinlich Silberhydroid, weil nun mehr Wasserstoff entwickelt wurde, als bei der bereits erschöpften Silberauflösung zur Reduction des Silberoxyds erforderlich war, dagegen wuchs in dem andern Glase am Silberdrahte der eigentlichen Kette die schönste Silbervegetation fort, indem durch Auflösung des verbindenden Silberdrahtes am Ende d die Silberauslösung immer wieder erneuert wurde. Enthielten die Gläser salpetersaures Kupfer, so überzog sich das Zink auf gewöhnliche Weise mit Kupfer, aber auch an c fand Kupferreduction statt, auch an dem Silberdrahte der eigentlichen-Kette. Doch bestand das Reduct sehr bald aus Silber, abhängig von dem Silber, das sich an dem Ende d, des die beiden Gläser verbindenden Silberdrahtes fortdauernd oxydirte und in

¹ S. noch weiter unten die Vere. mit Pigmenten und mit Säulen.

Z a, a. O.

die Auslösung überging, während das reducirte Kupfer auf dasselbe reagirte, es reducirte und selbst wieder aufgelöst wurde. In hinlänglich verdünnter schwefelsaurer Kupferauslösung zeigten sich dieselben Erscheinungen nur in schwächerem Grade, dagegen bei Anwendung einer salzsauren Kupferauflösung, oder auch der schwefelsauren Kupferauflösung, welcher einige Tropfen Salzsäure beigemischt waren, entstand in dem ersten Augenblicke eine unbedeutende Kupferhaut am Silberdrahte der Kette, die indess bald verschwand, das Ende d des Silberdrahtes wurde etwas schwarz, jedoch gar nicht angegriffen, und erfolgte von nun an keine weitere Wirkung. Wurde eine Auflösung von Bleizucker in die Gläser gegossen, so bildete sich blos an dem Zinke der gewöhnliche Bleibaum, an den Silberdrähten, namentlich an den verbindenden, war dagegen keine Veränderung wahrzunehmen, woraus man sieht, dass diese durch Silber unterbrochenen Ketten nur eine schwache Wirkung geben, die nur dann merklich wird, wenn die Metallauflösung selbst in einem günstigen Sinne mitwirkt.

Chemischer Process in Ketten aus einem trockenen und zwei seuchten Erregern.

37. Die zweite Art von Ketten, in welchen der Galvanismus unter der Form des galvanischen Processes erscheint, sind die aus einem festen (trockenen) und zwei flüssigen Erre-Eine merkwürdige Erfahrung von Buchotz¹, welche aus den bekannten chemischen Gesetzen nicht erklärlich schien, hatte zuerst auf die nähere Betrachtung dieser Ketten geleitet. Eine bis zur Syrupsdicke abgerauchte salzsaure Zinnauslösung mit noch freier Säure, aber doch so weit gesättigt, dass sie beim Erkelten krystallisirte, wurde mit Wasser übergossen, und nun krystallisirte schon nach einer Viertelstunde sehr merklich an den noch unaufgelöst gebliebenen, auf dem Boden liegenden, Zinnstückchen, welche in die vom Wasser verdünnte Auflösung hineinragten, in den schönsten Spielschen und Nadeln bis zur Größe von einem halben Zolle metallisches Zinn, und zwar nicht in der ganzen, oben durch Wasser verdünnten Schicht, sondern nur in der Mitte dieser Flüssigkeit, also in einer Schicht von Zinnauslösung von einem bestimmten Grade der Verdün-

¹ N. Allg. J. d. Ch. III. S. 324 und 428.

nung. Bucholz blieb bei der Erklärung stehen, dass durch die Verdünnung ein Theil Zinnoxydul ausgeschieden werde, dem aber zugleich das aufgelöst gebliebene seinen Sauerstoff entziehe. um sich in Oxyd zu verwandeln, wodurch es zu metallischem Zinn reducirt werde. Doch nicht ganz zufrieden mit dieser Erklärung schloss er seine Abhandlung mit der Frage: ob sich nicht vielleicht jener Erfolg auf galvanische Weise erklären lasse. Diese Erklärung gab dann RITTER, und bestätigte sie durch viele sinnreich abgeänderte Versuche 1, und seitdem sind weitere Versuche dieser Art sowohl von RITTER selbst², als auch von Bucholz³, Th. v. Grotthuss⁴ u. a. angestellt worden. Auch hier, wie in der ersten Kette', ist der chemische Process ein an im Raume getrennte einander entgegengesetzte Stellen vertheilter Oxydations - und Hydrogenationsprocess, auch hier findet eine Wasserzersetzung, und unter günstigen Umständen eine Zersetzung der in den Process zugleich mit eingehenden anderweitigen Substanzen statt, die theils durch die chemische Wirkung der freigewordenen Bestandtheile des Wassers vermittelt wird, theils auch unabhängig davon ist, wonach dann die Gestalt des Processes bei der großen Mannigfaltigkeit der flüssigen Leiter, die hierzu angewandt werden können, in den Producten selbst höchst verschieden ausfallen kann, wenn gleich das allgemeine Gesetz ihrer Bildung im wesentlichen stets dasselbe ist.

So wie im chemischen Processe der vorher betrachteten Kette die beiden chemischen Pole, der Oxygen - und Hydrogen-Pol, an die Berührungsstellen der beiden trockenen Erreger mit dem einen flüssigen Leiter, und zwar der Oxygen - Pol an das + el., der Hydrogenpol an das — el. Metall vertheilt waren, so zeigen sich hier die beiden Pole in den Berührungsstellen des einen festen Erregers mit den beiden flüssigen Erregern, so daß dieser feste Erreger gleichsam in sich selbst in zwei Hälften oder Zonen zerfällt, von denen die eine in ihrer Berührung mit der einen Flüssigkeit das Aequivalent des positiven Metalls ist, und einen Oxydationspunct eingeht, die andere Hälfte in ihrer

¹ N. Allg. J. d. Ch. IV. 253 - 287.

^{2 8.} besonders über physisch-chemische Gegenstände Gehl. Journ. d. Ch. u. Ph. I. 351 ff.

³ a. a. O. V. 127.

⁴ Physische Forschungen S. 53 ff.

Berührung mit der andern Flüssigkeit gleichsam als negatives Metall auftritt, an welchem das Hydrogen die Form des chemischen Processes bestimmt, sey es nun, dass es als Wasserstoffgas sich ausscheide, oder mit dem Erreger selbst zum Hydroid sich verbinde, oder bei Anwendung von Metallauflösungen eine Reduction des Metalloxyds bestimme, welches auch hier unter günstigen Umständen als eine Metallvegetation erscheint, zwischen welchen beiden Hälften eine mehr oder weniger ausgedehnte Indifferenzzone liegt, in welcher der feste Erreger keine Veränderung zeigt. Die Art der Vertheilung dieser chemischen Pole glaubte RITTER ganz allgemein durch den Satz bestimmen zu können, dass der Ort, wo auch ohne und außer der Kette in einem rein chemischen Processe zwischen dem festen Erreger und je einer Flüssigkeit stärkere Oxydation statt finde, auch der Ort sey, wo in der Kette-der Oxygenpol auftrete, dagegen der Ort der schwächeren Oxydation außer der Kette zum Hydrogenpole werde. Indess möchte es in einzelnen Fällen sehr schwieng zu bestimmen seyn, welche von zwei Flüssigkeiten stärker oxydirend auf einen festen Erreger einwirke als die andere, zumal wenn eine andere Art von chemischem Process, wie bei den Schwefellebern, als Aequivalent einer Oxydation auftritt, und einige derjenigen Ketten, auf welche eine solche Vergleichung anwendbar ist, scheinen sogar im Widerspruche mit diesem Satze zu stehen. Nimmt man auf das el. Erregungsverhältnis der Flüssigkeiten mit dem trockenen Erreger Rücksicht, so scheint sich als Resultat zu ergeben, dass der Oxygenpol an der Berührungsstelle mit derjenigen Flüssigkeit auftritt, welche entweder allein oder stärker +, oder schwächer - el. als die andere Flüssigkeit mit dem trockenen Erreger wird.

Um diese Versuche anzustellen, gießt man die spec. schwere von den beiden Flüssigkeiten a auf den Boden eines unten verschlossenen Glascylinders etwa einen halben Zoll hoch, bringt dann vermittelst Fließpapiers die spec. leichtere Flüssigkeit bin gleicher Höhe so über jene, daß beide Flüssigkeiten möglichst scharfe Grenzen bilden, und steckt dann den Erreger erster Classe c in Form eines Drahtes, Stabes oder einer dünnen schmalen Platte durch beide Flüssigkeiten hindurch, welcher sonach als drittes Glied mit den beiden übrigen eine einfache galvanische Kette, eine Kette ohne Zwischenraum schließt. Ist a Salzsäure gewöhnlicher Concentration, b Wasser, c ein Streifen Stanniol, so besetzt

sich der Streisen in der Säure überall mit Hydrogen, im Wasser aber in der Nähe der Säure oxydirt er sich ohne Gas. Rührt man a und b unter einander, so hört sogleich alle Wirkung aus. Aus drei Gliedern sind zwei geworden, die wenigstens unter diesen Umständen keine wirksame Kette geben. So wie man aber über die dergestalt verdünnte Säure wieder neues Wasser bringt, so stellt sich auch wieder die vorige Wirkung mit derselben Vertheilung ein. Bringt man auf diese Weise eine Zinkstange, eine concentrirte Auflösung von kohlensaurem Kali oder Aetzkali und Wasser zusammen, so oxydirt sich das Zink im Alkali, und besetzt sich im Wasser mit Wasserstoffgas, doch werden diese Erfolge erst nach mehreren Minuten recht auffallend 1.

GROTTHUSS brachte einen Stift von reinem Silber in eine concentrirte Auflösung von krystallisirtem salpetersaurem Silber, über welchem sich Wasser befand; es zeigten sich nach 48 Stunden am untern Theile der Röhre am Glase 2-3 Linien hohe Silberdendriten, die jedoch mit dem untern Ende des Stiftes wie mit ihrer Wurzel zusammenhingen, und in der Richtung abwärts fortwuchsen; am oberen Theile des Stiftes, wo er sich im Wasser befand, waren mit der Loupe zwei bis drei bräunliche Zonen von Silberoxydhydrat sichtbar². Bucholz³ brachte durch eine concentrirte Auflösung von so viel möglich neutralem salzsaurem Kupferoxyd und Wasser, welches über jene mit aller Vorsicht geschichtet war, ein 1 Z. breites, 6 Z. langes polirtes Kupferblech bis auf den Boden des Glases; es zeigte sich aber hierbei nichts anderes als eine Absetzung von salzsaurem Kupferoxydul am Kupferbleche, so weit es in die Kupferauslösung tauchte, die mehr und mehr zunahm; wurde dagegen der Versuch mit einer concentrirten Auflösung von soviel möglich neutralem salpetersaurem Kupfer angestellt, so zeigte das Kupferblech nach 72 Stunden herausgenommen, nachdem die beiden Flüssigkeiten schon merklich mit einander vermischt waren, in der Mitte, wo die beiden Flüssigkeiten an einander gegrenzt hatten, eine breite blanke Stelle, wo weder Oxydation noch Kupferniederschlag zu bemerken war; über dieser Stelle,

¹ RITTER el. System S. 21 ff.

² Physisch-chemische Forschungen S. 53.

⁸ a. a. O.

also im Wasser, ein sehr dünner Ueberzug von schwarzbraunem Oxyd und unterhalb ein pulveriger kupferrother Ueberzug, der gegen die Endspitze des Kupferbleches immer dicker wurde und ein gestreiftes Ansehen gewann. Wurde das Wasser mit etwas Salpetersäure geschärft, so ging dieser Reductionsprocess noch rascher und im höheren Grade vor sich; wurde die salpetersaure Kupferauflösung mit Kupfer so viel möglich übersättigt angewandt, so dass das Wasser in seiner Berührungsfläche mit dieser Auflösung salpetersaures Kupferoxyd in grünlich weißlichen Fleckchen ausschied, so erfolgte die Ausscheidung des Kupfers nicht bloss in Form einer Rinde, sondern in Form von kleinen Kugeln von ganz ebenem geflossenem metallischem An-Schwefelsaures Kupfer, Wasser und Kupfer gaben keine Reduction, wohl aber wenn das Wasser mit Schwefelsäure geschärft wurde; concentrirte salpetersaure Silberauflösung, Wasser mit Salpetersäure geschärft und ein Silberblech gaben eine Reduction des Silbers in schönen Körnern; salpetersaure Bleiauflösung, Wasser mit Salpetersäure gefärbt und ein Bleistreisen gaben Reduction des Bleies, nicht aber essigsaures Blei, Wasser und ein Bleistreifen, aber wohl wenn statt des Wassers Essigsäure angewandt wurde; eben so salzsaure Zinkauflösung, mit Salzsäure gesäuertes Wasser und Zink eine wirkliche Reduction in Form einer schwarzgrauen Substanz, ohne metallischen Glanz, welche in längerer Zeit zu förmlichen Zacken answuchs. In allen diesen und noch mehreren Versuchen, in welchen eine wahre Metallreduction statt fand, musste das Metall mit irgend einer Säure eine solche Auflösung bilden, die bei Berührung mit demselben regulinischen Metalle nicht oder nur sehr langsam chemisch verändert wird, und die zweite oder wässerige Flüssigkeit musste auch schon für sich und außer der Kette im Stande seyn, das gebrauchte Metall zu oxydiren.

Bemerkenswerth sind noch insbesondere die Erscheinungen, welche die Zinnauslösungen in verschiedenen Graden der Concentration und Sättigung mit einander und mit Zinn (Stanniol) zur Kette geschlossen zeigen, wie sie RITTER durch eine große Reihe von Versuchen ausgemittelt hat, Erscheinungen, in welchen er besonders eine Bestätigung des von ihm aufgestellten allgemeinen Gesetzes für die Vertheilung der beiden chemischen Pole am festen Leiter zu finden glaubte.

BUCHOLZ hatte, wie schon oben bemerkt, gefunden, dass IV. Bd. Uu

die Zimmeduction in dem verdünnten Theile der Zinnauflösung. erfolgt war, und zwar am stärksten in einer gewissen Schicht. in welcher die Verdunnung einen bestimmten Grad haben mulste. RITTER untersuchte dann zuerst den Einflus der verschiedenen Grade der Verdünnung auf die Stärke der Action. Er stellte die Versuche theils so an, dass er in V formig gestalteten Röhren die concentrirte Auslösung in den einen, die verdünnte in den andern Schenkel brachte, und mit einem Bogen von Stanniol, der auf beiden Seiten in die Flüssigkeiten eintauchte, die Kette schloss, theils dass er in einem cylinthrischen Glase mit aller Vorsicht die Flüssigkeiten über einander schichtete und durch diese einen Streifen Stanniol brachte. Hier zeigte sich nun, dass unter verschiedenen Graden von Verdünnung eine Auslösung, die mit dem 64 fachen Volumen Wassers verdünnt war, das Maximum der Action mit der concentrirten Auflösung gab, bei geringerer und größerer Verdünnung abnahm, und auch bei einer Verdünnung mit dem 1025 fachen Volumen Wassers die Reduction in dieser Schicht, so wie die Oxydation des Zinns in der concentrirten Auflösung noch merklich war. Es ergab sich ferner, dals jene 64 fach verdünnte Auflösung mit der am meisten concentrirten das Maximum von Action gab. welche geringer aussiel, wenn eine weniger concentrirte Auflösung genommen wurde. Von besonderem Interesse war aber der von Ritten bemerkte Umstand, dass nicht jede concentrirte salzsaure Zinnauslösung, mit einer verdünnten und mit Stanniol zur Kette geschlossen, die Oxydation oder fernere Aussösung des Zinns in der concentrirten und die Reduction in der verdünnten Auflösung gab. Bieses geschah nämlich nur unter der Bedingung, dass die concentrirte Zinnauslösung nicht mit Zinn gesättigt, sondern noch ein gewisser Antheil freier Säure in ihr vorhanden war. Ist die Auflösung gesättigt oder der Antheil freier Säure in ihr geringer, so sind die Phänomene total umgekehrt, d. i. der Stanniol oxydirt sich dann und löst sich auf in der verdünnten, und das Zinn reducirt sich in der concentrirten Auflösung, doch wächst nicht in dem Maasse, als die freie Säure fehlt, auch die Fähigkeit letzterer die Phanomene in der umgekehrten Ordnung zu geben. Bringt man eine gesättigte mit einer nicht ganz gesättigten oder gesättigt gewesenen, aber dann mit freier Säure versetzten Zinnaustesung zusammen, so ist allemal die Reduction in der ersteren, die Oxydation in der letzteren. Verbindet man eine gesättigte oder in irgend einem Grade gesäuerte Zinnausstsung mit reiner Salzsure, so ist die Oxydation immer in letzterer, die Reduction in ersterer.

So viel wie möglich mit Zinn gesättigte Auflösung, mit Wasser geschichtet, giebt die Reduction in der Zinnauflösung, der Erfolg ist aber grösser, wenn die Auflösung etwas freie Säure enhällt, bei unveränderter Vertheilung der Pole, nimmt aber ab, wenn noch etwas mehr freie Säure hinzukommt, und kehrt sich gänzlich um, wenn die Säure noch ferner wächst, indem dann die Reduction in der dünnern Schicht, die Oxydation und Auflösung des Zinns in der unverdünnten Schicht erfolgt; die Action wächst unter diesen Umständen, julis die Salzsäure ungefähr den 6ten bis 8ten Theil von der frisättigten Zinnauflösung enthält, nimmt dann wieder ab, hört aber nicht ganz auf, wenn die Salzsäure auf eine halbe Unze auch nur einen Tropfen der gesättigten Zinnauflösung enthält, und zwar mit derselben Vertheilung der Pole.

Eine Zinnauflösung, die so west mit Zinn gesättigt ist, dass sie mit Wasser und Stanniol die Reduction in ihr selbst' und die Oxydation im Wasser giebt, giebt diese Vertheilung der Pole mit jedem Grade der Verdünnung ihrer selbst; stets fillt die Reduction in die concentrirte Auflösung. Es lassen sich auch abwechselnde Oxydationen und Reductionen auf diese Weise an demselben Stanniolstreifen darstellen. nämlich in ein Cylinderglas erst einen halben Zoll hoch concentrirte, möglichst gesättigte, Zinnauflösung, über diese mit der gleichen Menge Salzsäure vermischte und über letztere wieder reines Wasser, und senkt alsdann durch diese drei Schichten einen starken Streifen Stanniol hinab, so sieht man nach einiger Zeit eine starke Reduction in der untern Auflösung, Oxydation und Auflösung des Zinns in der mit Saure gemischten nahe über der ersten Flüssigkeitsgrenze, weiter hinauf ist der Stanniolstreisen fast unangegriffen, bis nahe unter der zweiten Flüssigkeitsgrenze, wo er wieder sehr stark angegriffen ist, und über ihr nach dem Wasser zu lebhafte Reduction. Es lassen sich dergleichen Versuche mit noch viel mehreren Schichten, die sich unmerklich in einander verlaufen, anstellen, wo zwar eben so vielmal die Bedingungen einer galvanischen Kette und der darans hervorgehenden Reduction und Oxydation abwechselnd sich

wiederholen, in allen diesen Ketten aber der Ort der Reduction in der einen zugleich in Beziehung auf die folgende der Ort der Oxydation ist, woraus die Folge hervorgeht, dass dieses ganze System von Ketten in eine Art von Ausgleichung mit einander kommt, die Reductionen zusammen sich auf die eine Hälfte, die Oxydationen auf die andere Hälfte des Stanniols werfen, die durch eine blanke Linie am Stanniol von einander getrennt sind, und von da aus nach beiden Enden hin an Stärke zunehmen.

Vergleicht man nun das Verhalten dieser verschiedenen Zinnauflösungen in der geschlossenen Kette mit ihrem Verhalten außer derselben im bloß chemischen Processe, so findet man allerdings in der Hauptsache eine Bestätigung des Ritter'schen Gesetzes. Ohne Zweisel wirkt eine mehr freie Säure haltende Zinnauflösung an und für sich stärker oxydirend auf das Zinn ein, als eine mehr gesättigte, sie giebt aber auch in der Kette mit dieser den Oxygenpol; eine verdünnte, ungesättigte, also freie Säure enthaltende Auflösung wirkt gleichfalls an und für sich weniger oxydirend und nimmt bei gleichem absoluten Säure-Gehalte weniger Zinn auf, als eine concentrirte; erstere zeigt aber auch mit letzterer den Hydrogenpol. 'Eben so lässt sich eine verdünnte gesättigte Zinnauflösung relativ gegen die gesättigte concentrirte als eine mehr oxydirende betrachten, da die Säure in der gesättigten gleichsam schon befriedigt ist, in der verdünnten dagegen durch das Hinzukommen des Wassers eine neue oxydirende Kraft auftritt. Schwieriger wird aber allerdings die Erklärung des Falles, dass beim Zusatze von Säure zur gesättigten Zinnauslösung bis zu einem gewissen Puncte die Wirksamkeit ihrer Verdünnungen mit jener den Oxygenpol zu geben zunimmt, bei weiterem Zusatze von Säure wieder abnimmt, und sich dann umkehrt, in welcher Hinsicht RITTER auf eine mehr subtile als genügende Weise das von ihm aufgestellte allgemeine Princip gerechtfertigt hat 1.

RITTER hat auch aus der abwechselnden Lage von Zonen der Oxydation und Desoxydation oder Gasentwickelung in solchen Ketten zweiter Art das verschiedene el. Verhältnis von Säuren und Laugensalzen im concentrirten Zustande und bei verschiedenen Graden der Verdünnung gegen die Motalle, von welchem bereits

¹ Gehlen's Journ. I. 480.

oben (unter 25) die Rede gewesen ist, abzuleiten gesucht. Indels sind diese Erscheinungen nicht bestimmt genug, und die von RITTER angestellten Schemata werden durch andere vollkommen bewährte Versuche wiederlegt.

38. In Ketten, deren Glieder sämmtlich Erreger der zweiten Classe sind, ist kein chemischer Process beobachtet worden, der verschieden von dem gewöhnlichen chemischen Processe wäre, und gleichen Schritt hielte mit den anderweitigen Erscheinungen, welche die galvanische Action ausmachen. Diese Ketten gehören überhaupt zu den schwächsten, und ihre Thätigkeit wird nur durch die Wechselwirkung mit der Lebenskraft, insbesondere die Reizbarkeit der Muskeln erkannt.

39. Wie sich sogenannte zweigliedrige Ketten in Rücksicht auf den chemischen Process verhalten, darüber haben directe Versuche mit einfachen Ketten bis jetzt noch nicht entschieden, sondern es lassen sich nur analogisch Schlüsse aus dem Verhalten der mehrfachen zweigliedrigen Ketten machen. Da von einem eigentlichen chemischen Processe nur da die Rede seyn kann, wo ein slüssiger Körper als Glied mit eingeht, so kommen hier die Ketten aus zwei trockenen Erregern nicht in Betracht. Dass manche Ketten als zweigliedrige täuschen konnen, die in der That aus drei Individuen bestehen, ergiebt aich ans sehr vielen Versuchen. Schon in der ersten Periode des Galvanismus zeigten WELL, VOLTA u. a., das ein homogenes Metall bloss durch gelindes Reiben an einem andern Metalle, wodurch Theilchen von diesem abgerieben an jenem hängen bleiben, aber auch durch Reiben an andern nicht metallischen Körpern, wodurch an dieser Stelle die Oberfläche in Rücksicht auf Glätte, verglichen mit andern Stellen desselben Metalls, eine andere wird, gleichsam in zwei Individuen zerfalle, und die scheinbar zweigliedrige Kette in der That eine dreigliedrige sey. So bemerkte GROTTHUSS1, dals zwar mit einer gleichförmigen säurefreien Auflösung von salpetersaurem Silber ein Silberstift von reinem Silber gar keine Wirkung gebe, dass es aber oft hinreiche, das reine Silber mit Kupfer oder Zink zu reiben, damit das Silber an der geriebenen Stelle regulinisch abgeschieden werde, doch ohne dass diese Wirkung lange fortdauert. Eben so sind die Fälle ansgeschlossen, wo der trockene Erreger an

¹ Physisch-chemische Forschungen S. 52.

zwei verschiedenen Stellen eine auffallend verschiedene Temperatur besitzt, womit ein verschiedenes elektromotorisches Verhalten gegen einen und denselben slüssigen Leiter gegeben ist, oder wo zwei scheinbar homogene Metallplatten durch jene Einflüsse, von welchen oben (unter 22) ausführlich die Rede gewesen ist, in Beziehung auf einander den Werth zweier verschiedener Erreger angenommen haben. Es ist also hier nur von jener zweigliedrigen Kette die Rede, in welcher der trockene Erreger überall seiner Qualität nach als homogen angenommen wird und blos in einer Kette mit innerem Zwischenraume die beiden Flächen der Berührung mit dem slüssigen Leiter an Ausdehnung sehr merklich von einander abweichen. · ZAMBONI hat zuerst'diese zweigliedrigen Ketten bekannt gemacht 1. Nach der Art der Vertheilung der el. Pole einer mehrfachen Kette dieser Art aus Zink oder Zinn mit einer salzigen Flüssigkeit, wie sie von Zambon: angegeben wird, würde die breitere Fläche des Metalls den Hydrogen-, die schmälere den Oxygenpol geben, jene also die Rolle des negativen Metalls oder des Kupfers, diese die des positiven oder Zinks übernehmen. EBMAN will dagegen die Vertheilung der el. und eben damit auch der ihnen parallel laufenden chemischen Pole entgegengesetzt gefunden haben 2. Pont behauptet ein entgegengesetztes Verhalten der zweigliedrigen Kette, je nachdem der trockene Erreger, welcher mit der Flüssigkeit mit zwei an Ausdehnung sehr verschiedenen Flächen in Berührung gebracht wird, in dem gewöhnlichen einfachen Contacte mit derselben positiv oder negativ wird 3. Bei den positiven Metallen, wie Zink, Zinn. Blei, soll der Oxygenpol, wie auch ERMAN gefunden hat, an die breitere Berührungefläche fallen, bei den negativen Metallen, Kupfer, Silber, soll die Vertheilung gerade die entgegengesetzte seyn, und der Oxygenpol an der schmalen Fläche austreten. Diese Art der Vertheilung ist jedoch nicht durch directe Erfahrungen über die chemischen Producte der beiden Pole, sondern nur durch das elektromagnetische Verhalten solcher zweigliedrigen Ketten bestimmt.

40. Es giebt gewisse chemische Wirkungen, die in ihrer

¹ G. LX. 151.

² Kbend. LXIV. 45.

S Der Process u. s. w. S. 91. 92.

Verheitung so ganz das Gepräge der galvanischen haben, dals zie, da auch, die Bedingungen derselben zunächst mit denen der einfachen zweigliedrigen Kette übereinstimmen, am passadten hier in Betracht gezogen werden, nämlich die Wirbeg der einzelnen Metalle auf die Pflanzenpigmente, welche ment JAGER bekannt gemacht hat 4. Er fand nämlich, dals sion das blosse Zink für sich allein mit einem, einzigen fechten Leiter im Berührung gebracht, die Hauptphänomene ener wirksamen geschlossenen galvanischen Kette aus zwei teckenen und einem seuchten Erreger darstelle. Legt man ein mit einem zur Ausmittelung der Alkalien und Säuren dienenden Planzenpigmente gefärbtes Papier, z. B. eine Scheibe von Currymapapier auf eine Zinkplatte, so entstehen in kurzer Zeit af derselben zerstreute länglich runde braune Flecken, wie wenn an diesen Stellen ein Laugensalz auf des Curcumapapier gewirkt hätte, mit wellenförmig gebogenen Umkreisen, die zwischen befindlichen Stellen des Curcumapapiers aind unverindert oder eher ausgebleicht. Auf Scheiben von Lackmust die of gleiche Weise befeuchtet auf das Zink gelegt werden, zeigen sich in ihrer Figur ähnliche rothe Flecken, wie die braunen des Curcumapapiers und zwischen denselben ausgebleichte, beimhe weisse, Stellen, welche beide Arten von Flecken durch intensiv blane Grenzen von einander getrennt sind. Legt man diese zweierlei Arten von Papier über einander, so treffen die brannen Stellen des Curcumapapiers mit den ausgebleichten des Lackmuspapiers und die rothen Flecken des letzteren mit den ausgebleichten des Eurcumapapiers zusammen. Am Zinke selbst zeigen sich Flecken von metallisch glänzendem unverändertem und von oxydirtem Zinke, von welchen erstere mit den braunen Flecken des Curcumapapiers, letztere mit den rothen Flecken des Lackmuspapiers zusammenfallen. Ein mit sehr verdünnter Salzsäure genäßtes Curcumapapier auf Zink gelegt, verändert seine Farbe gar nicht oder doch nur sehr wenig. Ein durch sehr verdünnte Kalilauge blass röthlich gefärbtes Curcumapapier hingegen wird, auf Zink gelegt, hellgelb gesleckt und die nicht gelb gewordenen Stellen sind höher roth als zuvor und zum Theil weiß. Sohr blas durch Salzsäure geröthetes Lackmus-

¹ Bemerkungen über die Veründerungen u. s. w. in G. XI. 288. vergl. über einige Schwierigkeiten in Volta's Theorie G. XXIII. 59 ff.

papier wird blau gefleckt und sehr blaß. Wenn man eine Zinkstange oder Platte ganz in sehr verdünnte Lackmustinktur einsenkt, so verliert diese nach längerer Zeit ihre röthliche Farbe, wird reiner und blasser blau, und endlich beinshe wasserhell, indem sich aller Farbestoff au das Zink niederschlägt. Pflanzenaufgüsse, wie von Fernambuck, den getrockneten Blättern der Alsea rosea, von Herbstrosen werden durch Zink nach einiger Zeit so verändert, wie durch ein Laugensalz, auch wenn man das ganz gestillte Gestils, in welchem das Zink sich befindet, luftdicht verschliefst. Wenn man in ausgekochtes destillirtes, durch Quecksilber gesperrtes, Wasser eine Zinkstange aufhängt, so erhält dieses Wasser alkalische Eigenschaften, indem es dann getrocknete Herbstrosentinctur grau ferbt. Auch BRUGHATHLLI fand1, dass selbst in hermetisch verschlossenen Gefäßen mit destillirtem Wasser oft geschütteltes Eisen oder Zink sich oxydirt, und das Wasser debei alkalische Eigenschaften annimmt, die er richtig von gebildetem Ammoniak ableitet. Quecksilber und Kupfer ertheilten dem Wasser alkalische Eigenschaften, indem sie sich zugleich oxydixten. Die über dem Wasser befindliche atmosphärische Luft hatte sich nicht merklich verändert. Jagen erklärt den Umstand, dass sich in dieser zweiten Reihe von Versuchen keine Spur von Säure äußert, daraus, dass, da aus der Ansicht der gesärbten . Papiere die Laugensalzbildung als die überwiegende erscheine. die in geringer Menge entwickelte Säure in einer Flüssigkeit. die allen in ihr enthaltenen Stoffen eine freie Bewegung gestatte, von dem Laugensalze gesättigt werde, und nun bloß der Ueberschuss des detzteren sichtlich reagire. Auch auf dem Papiere würde die Reaction der Säure unkenntlich werden, wenn nicht die Structur desselben der Vermischung und Neutralisation beider Stoffe gewisse Grenzen setzte.

Andere Metalle wie Zinn, Blei, bringen mit jenen gefärbten Papieren ähnliche Veränderungen, wie das Zink, aber in geringerem Grade hervor, und überhaupt nehmen die Veränderungen in der Ordnung ab, in welcher die Metalle in der Spannungsreihe vom Zinke ausgegangen auf einander folgen, so das schon Gold und Platin ohne alle Wirkung sind.

¹ Gehlen's J. d. Ch. 4. Ph. 1. 54.

· Bengenius 2 stellte ühnliche Versuche en, wozu die Metallplatten zwar rein gescheuert, aber nicht polirt angewandt wurden. Auf Zink zeigte sieh das mit geistiger Rhabarbertinctur gefärbte Papier nach 6 Stunden zusammengerollt und mit kleinen rothen Puncten, von der Farbe, wie sie ein Alkali hervorbringt, in einer krummen Linie bezeichnet, zwischen welchen die gelbe Farbe des Papiers unverändert war; die Zinkplatte zeigte sich kaum merklich angelaufen; auf dem Kupfer war das Papier überall gleichförmig brann gefärbt. Ale es hernech auf die Zinkscheibe gelegt wurde, erhielt es dergleichen noch dunklere kleine Puncte wie oben, und war dazwischen heller, beinahe farblos. Ein in Fernambuktinctur getauchtes Papier wurde auf der Kupferplatte blau, ein in rothen Kohlenaufguse getauchtes Papier schön hellgrün. Eine Lackmusscheibe röthete sich in derselben Zeit auf Zink. Es zeigten sich breite, geschlängelte, rothe Streifen, zwischen welchen die Farbe des Papiers unverändert war. Die Grenzen zwischen den gerötheten und den unveränderten Stellen waren mit einem dunklen Blau bezeichnet, unter den gerötheten Streisen des Lackmuspapiers war die Zinkplatte mit weißem Oxyde überzogen, auf den Stellen, welche dem unveränderten Papiere entsprachen, blank wie vorher. Auf der Kupferplatte blieb das Lackmuspapier unverändert, hochstens hatte es hier und da einige sehr wenige dunklere Flecken, unter welchen auch das Kupfer angelaufen war.

An diese Versuche reihe ich nur noch diejenigen über die Veränderungen solcher gefärbten Papiere durch die Zusammen-wirkung zweier heterogener Metalle, die zur Kette mit einander geschlossen sind, an, die nach der streng systematischen Ordnung schon in No. 35. ihren Platz hätten finden sollen, durch die jetzige Zusammenstellung aber bedeutender werden. Sie sind gleichfalls von Jäern zuerst bekannt gemacht worden.

Wenn man auf eine politte isolitte oder nicht isolitte Zinkplatte eine Scheibe von Lackmuspapier, darüber eine von
weißem, und zu oberst von Curcumapapier bringt, und nun
auf das Curcumapapier eine Goldmünze legt, und das Zink und
Gold etwa durch einen Blei- oder andern metallischen Streifen
mit einander in Verbindung setzt, so entsteht höchstens innerhalb einer Minute auf dem Curcumapapiere ein hochrother Rand

¹ G. XXVII. 316.

um das Goldstück herum, und die ganze Fläche desselben unter der Goldmünze wird erst hochroth, dann weiß und völlig farblos, zugleich entsteht auf dem Lackmuspapiere ein rother, dem Goldstücke entsprechender Discus. Legt man umgekehrt das das Curcumapapier auf das Zink und das Lackmuspapier unter das Gold, so wird ersteres beinahe gar nicht, wenigstens nicht in der Mitte gefärbt, und letzteres bekommt einen weißlich blauen Discus, und höchstens an den Ecken einige rothe Flecken. Legt man oben und unten Fernambulpapier, so wird das obere blau und entlich weils, und das untere höher roth, die Fläche des Zinks wird bei diesen Versuchen zusammenhangend ohne Schlangenlinien und gleichformig exydirt. Diese Erscheinungen kommen noch deutlicher zum Vorschein, wenn man zwischen die gefarbten Papiere mehrere Blätter weißes Papier einschiebt. wodurch die beiderseitigen Wirkungen vollständiger getrennt werden. Ist der feuchte Leiter zwischen Gold and Zink von einer großen Dicke z. B. ein Cylinder von Pappe 6 Zoll hoch, oben und unten mit einer Scheibe von Pappe geschlessen und mit destillirtem Wasser gefüllt, so erscheint die Röthung des Curcumapapiers unter dem Golde später und ist auch weniger stark. Schiebt man zwischen die nassen Papiere einer solchen einfachen Kette eine an ihrem Rande vollkommen trockene Zinkplatte ein, so entstehen die oben beschriebenen Wirkungen gedoppelt, und zwar bringt die eingeschobene Platte auf ihre, obere, dem Golde zugekehrte, Eläche die saure, auf ihre untere die alkalische Färbung hervor, indels die beiden metallisch mit einander verbundenen Endplatten sich gerade wie in der einfach geschlossenen Kette verhalten. Man kann in einer solchen Kette den feuchten Leiter durch mehrere eingeschobene Zinkplatten in mehrere Scheiben trennen, und dadurch die obigen Wirkungen vervielfachen, wobei man stets en den der untersten Zinkplatte zugekehrten unteren Flächen der eingeschobenen Zinkplatten die alkalischen und an ihren oberen, der Goldmünze zugekehrten, Flächen die saure Färbung findet. Schiebt man aber, statt der Zinkplatte, auf dieselbe Weise eine Goldminze ein, so erfolgen jene Veränderungen der gefärbten Papiere nicht und die Kette ist gleichsam in eine ungeschlossene verwandelt. Andere Metalle, eben so als Zwischenglieder eingeschoben, scheinen in ihrem Vermögen die chemischen Einwirkungen der Goldzinkkette auf die Pflanzen-

pigmerse zu beschränken und endlich ganz zu hemmen, ganz der Ordnung der Spannungsreihe zu folgen, so dals das dem Zink am nächsten stehende Zinn das geringste Hemmungsvermögen hat, und daher zunimmt, so wie die Metalle dem negativen Ende näher stehen. Hiermit stimmen auch die schon in 36 angeführten Resultate der Versuche RECTER's mit Ketten, in welchen der flüssige Leiter durch Metalldrähte unterbrochen war, und der chemische Process gemäls den veränderten Umständen unter einer verschiedenen Gestalt austrat, überein; so wie die Versuche, welche H. DAYY in seiner Bakercan Lecture, die den 8. Jan. 1826 von ihm vorgelesen worden war¹, bekannt gemacht hat, wobei es nur zu verwundern ist, das ihm die angeführten Versuche so ganz unbekannt geblieben seyn konnten. Die beiden trockenen Elektromotoren waren Zink und Platin, eingesenkt in zwei abgesonderte Gefäße, deren Flüssigkeit, eine Lösung von salpetersaurem Kali, nach der Reihe durch verschiedene Leiter verbunden wurde, um so die galvanische Kette auf der einen Seite zu schließen, deren Kreis auf der andern durch den Multiplicator geschlossen war, mit dessen Enden jene beiden Elektromotoren zusammenhingen, um durch die Bewegung der Magnetnadel den inneren Vorgang in der Kette sowohl seiner Art als Intensität nach zu erkennen. Ein Bogen von Zink wirkte in diesem Falle kräftiger als ein Streifen von nassem Amianth; wurden andere Metalle, wie Zinn, Eisen, Kupfer, Tellur dem Zinkbogen substituirt, so nalfin die galv. Wirkung in dem Verhältniss ab, in welchem das angewandte Metall weniger oxydabel war, Tellur, welches sich am positiven Pole einer Volta'schen Säule nicht oxydirt, zerstörte sogar die Wirkung gänzlich, eben so Rhodium, Palladium, Platin. Dals diese Wirkung keineswegs von einem mit dem Leitungsvermögen verknüpften Umstande abhing (?), schliesst DAVY daraus, dass Kohle, welche ein sehr unvollkommener Leiter ist, sich wie ein oxydabeles Metall verhielt, und dass ein sehr feiner Platindraht an dem einen Ende mit einem kleinen Stückchen eines oxydabeln Metalls versehen (in welchem Falle indess eine kleine Volta'sche Säule aus zwei Elementen wirksam war) sich wirksamer verhielt, wenn dieses Stückchen dem negativen Pole gegenüber stand, als wenn der ganze Bo-

¹ Ph. Tr. Year. 1826. S. 383-422.

gen aus einem solchen Metalle bestanden hätte. Ich werde auf die Wirkung dieses zwischen dem flüssigen Leiter interpolirten und ihn unterbrechenden trockenen Leiters wieder bei der Säule und insbesondere bei der sogenannten Ladungssäule zurück kommen, da sie eines der wichtigsten Momente ist, an welchem die Richtigkeit jeder Theorie dieser Erscheinungen, gleichsam als auf ihrem eigentlichen Probiersteine zu prüfen ist.

41. Es giebt einige problematische chemische Erscheinungen, für welche zwar die allgemeinen Bedingungen, wie sie für die einfachen galvanischen Kettenwirkungen in den vorhergehenden Paragraphen dargestellt worden sind, sich nicht so deutlich nachweisen lassen, die aber doch wieder in mancher Hinsicht so ganz das galvanische Geprage an sich tragen, dass sie hier nicht übergangen werden dürsen. Die eine dieser Erscheinungen ist folgende von Grunen 1 beobachtete. Naturforscher brachte zum Behuf der Darstellung der Silbervegetation durch den Strom einer Volta'schen Säule eine verdünnte neutrale salpetersaure Silberauflösung in eine Röhre, verstopfte die Oeffnungen von beiden Seiten mit Kork, durch welchen er ganz feine Silbernadeln von reinem Silber gesteckt hatte, und legte die so vorbereitete Röhre auf den Tisch, um erst die Batterie, mit welcher er sie verbinden wollte, zu errichten. Als er die Saule zusammengesetzt hatte und mit der Röhre den Volta'schen Kreis schließen wollte, bemerkte er mit Erstaunen, dass beide in der Auslösung besindliche Nadeln mit den schönsten Krystallen von ganz reinem und regulinischem · Silber überzogen waren. Er glaubte irgend einen Fehler begangen zu haben und füllte von neuem eine Röhre mit Silberauflösung, in die er zwei Nadeln brachte, und legte sie, ohne sie mit der Batterie in die geringste Berührung zu bringen, rahig auf den Tisch. Kaum hatte sie 8 Minuten gelegen, als er schon sehr deutlich bemerken konnte, dass beide Nadeln sich mit den schönsten Krystallen regulinischen Silbers überzogen hatten. Dabei war stets die eine Nadel stärker als die andere mit Krystallen überzogen und zwar zeigte sich dieser Unterschied stetig und auf einer und derselben Seite. Wurde statt zweier Nadeln nur eine in die Röhre gebracht, so zeigte sich keine Spur einer Niederschlagung des Silbers, die sogleich

¹ G. VIII. 222.

wieder eintrat als die zweite Nadel ihr gegenüber gebracht wurde. Eine silberne und goldene Nadel, in entgegengesetzter Richtung in die mit der Auflösung gefüllte Röhre gesteckt, bewirkten dagegen nicht den geringsten Niederschlag. Die gebrauchten Silbernadeln hatten schon häufig bei Gasentwickelungen durch die Volta'sche Säule bald als Oxygen – bald als Hydrogendraht gedient ¹, jedoch wurden sie zu einem neuen Versuche angewandt, ohne sie vorher durch Feilen und Poliren von allem ihnen anhangenden Oxyde befreit zu haben.

Dals der Gebrauch der Metalldrähte als Leitungsdrähte einer Volta'schen Säule denselben bleibende Polarität ertheile und sie in Stand setze, für sich allein schon die Erscheinungen dereinfachen Kette hervorzurufen, erhellet aus anderweitigen Er-Insbesondere ist eine von Benzelius 2 in dieser Hinsicht gemachte Beobachtung sehr wichtig, nach welcher ein Eisendraht, welcher als Leitungsdraht des negativen Poles einer Batterie in einer Auflösung von schwefelsaurem Kali gebraucht worden war, noch eine halbe Stunde hindurch nach unfgehobener Verbindung mit der Batterie reichlich Gas entband, auch wenn er vorher aus der Gasentbindungsröhre herausgenommen und sorgfältig abgewischt worden war. weicht diese Ersahrung darin von der Gruner'schen ab, dass dieser Eisendraht nur in der vorher elektrisirten Salzauflösung, aber keineswegs in einer frischen, diese Gasentbindung gab; jedoch erregte er, so auf die Zunge gebracht, dass ein anderer Theil desselben zugleich das Zahnsteisch oder die Lippen beführte, einen starken säuerlichen Geschmack. Es stellte also dieser der Einwirkung einer Volta'schen Säule ausgesetzt gewesene Eisendraht gleichsam zwei Metalle vor. Nimmt man nun MARIANINI's oben angeführte Erfahrungen zu Hülfe, dass Metalle, wenn sie eine Zeitlang in einer geschlossenen galvanischen Kette sich befinden, den entgegengesetzten el. Charakter von demjenigen annehmen, mit welchem sie ursprünglich in die Kette eingehen, aber nur so weit sie mit der Flüssigkeit in Berührung gekommen sind, und combinirt damit die aus deh Erfahrungen des §. 40 hervorgehende Thatsache, dass jeder trockene Erreger schon an sich allein eine Duplicität enthalte,

¹ G. XI. 131.

² Ebend. XXVII. 287.

vermöge welcher er mit einem homogenen feuchten Leiter beide Pole zugleich giebt, so ließe sich denken, dass von je zwei solcher Silbernadeln in derjenigen, welche den Oxygenpol vorgestellt hatte, eine überwiegende negative Polarität, und in derjenigen, die als Hydrogenpol gedient hatte, eine überwiegende positive Polarität hervorgerufen worden sey. mad zwar vorzüglich an den Endspitzen, an welchen der Conflict am lebhaftesten gewesen war, welches Ende dann mit dem andern-weniger in seiner Polarität gesteigerten Theile der Silbernadel und mit der salpetersauren Silberauslösung eine einfache galvanische Kette bilden konnte, womit also zwei neue abgeleitete galvanische Ketten gegeben waren, wovon jede für sich ihren Hydrogenpol haben und demnach Reduction des Silbers geben musste, jedoch überwiegend an derjenigen Nadel, in welcher durch die Einwirkung der Batterie die negative Polarität gesteigert worden war, oder die als Oxydationsdraht gedient hatte. Der einzige Umstand, welcher dann noch unerklärlich bleibt, ist, warum jene Reduction nur dann statt fand, wenn jene beiden Silbernadeln einander gegenüber standen, wenn gleich nicht metallisch mit einander zur Kette geschlossen, eine einzige für sieh allein in die Röhre gesteckt dagegen keine Reduction gab. Ich hebe den Versuch selbst einmal mit aller Sorgfalt wiederholt, jedoch kein positives Resultat erhalten.

Eine andere Classe von Erscheinungen, die hierher gezogen werden können, ist die schnelle Zersetzung des Wasserstoffhyperoxyds bei der Berührung mit dem negativen Erreger des Dass diese Zersetzung nicht auf gewöhnliche Galvanismus. chemische Weise erfolge, ergiebt sich daraus am deutlichsten, daß nicht diejenigen Metalle, welche die größere Anziehung zum Sauerstoff haben, wie Zink, Eisen, Zinn, Blei u. s. w., sondern gerade die edlen Metalle diese Zersetzung so lebhaft bewirken¹, dass ferner diese Zersetzung und fast mit Explosion erfolgende Entbindung des Sauerstoffgases auch durch metallische Hyperoxyde, wie namentlich die des Mangans, Kobalts und Bleis, so wie auch die Oxyde der edlen Metalle erfolgt, wobei die Oxyde, weit entfernt Sauerstoff aufzunehmen, häufig einen Theil ihres eigenen Sauerstoffs zugleich mit fahren lassen. Da nun gerade alle diese Korper zu den sehr stark negati-

¹ L. GERLIN'S Handbuch der theor. Chemie S. 152. 153.

ven Erregern gehören, so ließe sich vielleicht aus der starken el. Spanning, welche sie mit dem Wasserhyperoxyd eingehen, gleichsam aus der nur auf die erste Berührung eingeschränkten momentanen Wirkung diese Zersetzung erklären, ohne eine eigentliche Kettenwirkung anzunehmen, wie wir in den Ketten sus thierischen Theilen etwas ähnliches finden werden. Broour-BEL 1 hat zwar bei dieser Zersetzung einen wirklichen el. Strom durch Hülfe des Multiplicators und der Magnetnadel nachgewiesen, den er jedoch als Folge und Wirkung und nicht als Ursache der Zersetzung darzustellen sucht. Wenn man aber die Art, wie er seine Versuche angestellt hat, genauer prüft, so sieht man, dass hierbei auch ganz unabhängig von der erfolgten Zersetzung und gleichsam noch vor derselben die Bedingungen zu einem el. Strome Statt fanden. Er brachte namlich das süroxygenirte Wasser in ein Platinlöffelchen, das mit dem einen Ende des Multiplicators verbunden war, und tauchte nun in dasselbe das Platin unter der Form von Platinschwamm. wie man ihn durch Zersetzung des Platinsalmiaks erhält, das mit dem andern Ende des Multiplicators verbunden war. Augenblicke des Eintauchens fand die Zersetzung, aber auch der el. Kreislauf statt, wie die Magnetnadel zeigte, und zwar in der Richtung vom oxygenirten Wasser zum Schwamme, so dass dieser sich also relativ positiv el, verhielt. Offenbar irrt aber BECOUEREL, wenn er glaubt, dass das Platin von beiden Seiten eine ganz gleiche elektromotorische Wirkung auf das oxygeniste Wasser ausübte, und diese Wirkungen sich dennoch im Gleichgewichte halten müßten; denn der Platinschwamm mußte aus drei Ursachen eine abweichende Wirkung von derjenigen des Platinlöffelchens ausüben, einmal weil er später mit der Flüssigkeit in Berührung kam, indem das Platin des Löffelchens, wie wenig es auch seyn mochte, doch etwas durch die Flüssigkeit verändert war, dann aber auch, weil aller Platinschwamm eine ganz andere Beschaffenheit der Obersläche (weniger glatte) besitzt, wie das Löffelchen; endlich, weil er im Augenblicke des Eintauchens mit einer geringeren Oberstäche mit der Flüssigkeit in Berührung kam, und darum schon eine wirksame zweigliedrige Kette bilden musste. Dasselbe gilt auch für die übrigen Metalle, Nur bei der Art, wie BECQUEREL die Oxyde,

¹ Annales de Chemie et Phys. XXVIII. 19.

namentlich das Silberoxyd, anwendete, läst sich eine solche Art der Kette nicht nachweisen; in diesem Falle ging aber auch der el. Strom in einer entgegengesetzten Richtung, nämlich von dem Oxyde zum oxygenirten Wasser, und es ließe sich daraus erklären, dass nun in der That augenblicklich eine Kette von zwei Flüssigkeiten, nämlich dem noch nicht desoxydirten Hyperoxyde des Wassers, und dem an dem Platinzängelchen durch das in seines Fließspapier gewickelte, von ihm sestgehaltene, Silberoxyd zersetzten und zu Wasser reducirten Hyperoxyde gebildet wurde, die mit dem an den beiden Enden des Multiplicators besindlichen Platin eine wirksam geschlossene Kette darstellte.

42. In jeder wirksamen geschlossenen galvanischen Kette, in welcher ein chemischer Process statt findet, ist die el. Spannung, welche die nach dem blossen Schema der Linie an einander gereihten Körper zeigen, verschwunden, und es offenbaren sich in sofern an ihr keine el. Erscheinungen nach außen. JAGER führt unter seinen Versuchen über die el. Aeulserungen, der einfachen Kette 1, welche sich fast alle auf ihren ungeschlossenen Zustand beziehen, folgende zwei Versuche an; Vers. 28. Von zwei einander metallisch berührenden Platten, Zink und Kupfer, ist die eine mit der Erde in Verbindung, die andere ladet einen mit ihr homogenen Condensator mit dem Maximum von E., welches er überhaupt durch Berührung mit dem homogenen Metalle erhalten kann. Versuch 29. Sowohl die Zink - als die Kupferplatte ist mit der Erde verbunden, jede theilt unerschöpflich einem mit ihr homogenen Condensator ihre eigenthümliche E. mit, diese hat aber eine beträchtlich geringere Intensität als im vorigen Versuche.

Diese beiden Versuche stellen offenbar das Verhältnis der offenen und geschlossenen Kette dar; denn wenn im letzteren Falle beide Metalle mit dem Erdboden in Verbindung stehen, so ist durch diesen und die Leiter nach demselben die Kette geschlossen. Bei dieser besondern Art der Kettenschließung mag noch eine Spur von el. Spannung in den Metallen zurückbleiben, die sich dem Condensator mittheilt, weil die ableitenden Finger zu unvollkommene Leiter sind, um alle E. auszugleichen, die in der Berührung jener Metalle erregt wird. Verbindet man

¹ G. XIII. 415.

aber die beiden Metalle durch einen guten Leiter von hinlanglich großer Oberfläche, während jene sich nicht in mehreren Puncten berühren, als nöthig ist, mit Rücksicht auf ihr größeres Leitungsvermögen 1 kein größeres Quantum von Leitung zu geben, so wird der Condensator keine Spur von el. Spannung annehmen, man mag ihn durch einen isolirten Draht mit der Kupferplatte, dem feuchten Zwischenleiter oder der Zinkplatte in Berührung bringen, während man zugleich die geschlossene Kette an irgend einem Puncte ableitend berührt, jedoch unter der Bedingung, dass die Condensatorplatte und der verbindende Draht mit dem jedesmal berührten Metalle von gleicher Beschaffenheit sind. Dieses gilt auf gleiche Weise für die Ketten aus einem trockenen Erreger und zwei feuchten Erregern, wie man z. B. zwei Scheiben von Pappe, deren jede mit einer besonderen Flüssigkeit getränkt ist und sich berühren, an ihren abgekehrten Flächen mit einer und derselben Metallplatte bewaffnet, diese selbst durch einen Metalldraht verbindet und so die Kette schliesst. Alle elektrische Thätigkeit, die in der geschlossenen Kette etwa statt finden möchte und auf deren unleugbares Daseyn wir aus anderweitigen Erscheinungen schließen, ist also gleichsam anf diese selbst eingeschränkt, geht nicht über ihre Grenzen hinaus, und kann also nicht in der Anhäufung der einen oder andern Art von E. und der damit gegebenen Spannung, nach Ausgleichung strebt, sondern nur in dieser Ausgleichung selbst bestehen.

43. Die Wärmeentbindung, welche mit der Schließung der Kette eintritt, verräth am deutlichsten diesen inneren Conflict, und läßt uns die geheime Natur desselben erkennen. Diese Wärmeentbindung erscheint vorzüglich an den trockenen Erregern, die als Glieder in die Kette eingehen und erreicht einen um so höheren Grad, je kleiner die Masse desjenigen Theiles des trockenen Erregers ist, der zur Fortpslanzung der sich in der geschlossenen Kette immer erneuernden Thätigkeit dient; und je günstiger die Umstände für den chemischen Process in der Kette sind, je lebhaster dieser selbst als galvanisch - chemischer Process austritt. Die beiden Extreme von galvanischen Apparaten, durch welche eine bis zum stärksten Weißglühen gehende Wärmeerzeugung auf diese Art hervorgebracht werden

^{1 8.} Leiter.

IV. Bd.

kann, sind einerseits Wollaston's mikrogalvanischer Apparat, andererseits HARE's Calorimotor oder Deflagrator, der aus

Rig einem einzigen galvanischen Elemente besteht.

WOLLASTON 1 versertigte sich ursprünglich seinen Apparat in seiner kleinsten Dimension aus einem silbernen Fingerhute, aus welchem er den Boden herausgenommen und dessen beidegegenüberstehende Wände er dann platt gedrückt hatte, so dass sie nun nur noch etwa zwei Linien von einander abstanden. Sie hatten unten eine Breite von ungefahr 1 Z; oben von 0,8 Z. und ihre Höhe betrug nicht über 0,92., daher eine Zinkplatte, welche bestimmt war, in den abgeplatteten Fingerhut hineingeschoben zu werden, nicht ganz eine Größe von 0,75 Quadratzoll haben durfte. Bevor die Zinkplatte hineingeschoben wurde, löthete er an sie einen kleinen Apparat von Drähten fest, welcher dazu bestimmt war, den galvanischen Kreis hervorzubringen. Darauf versah er die Seitenwände dieser Platte mit Siegellack, welches zur Befestigung derselben an die inneren Seiten des Fingerhutes diente, und verhinderte, dass beide Metalle nicht in unmittelbare metallische Berührung mit einander kamen. An die beiden Ecken des obern Randes des abgeplatteten Fingerhutes wurde ein hinlänglich dicker und gehörig gebogener Draht mit seinen beiden Enden angelöthet. Er diente sowohl als Handhabe für den Apparat, an welcher man denselben während des Versuches halten konnte, als auch als Gestell, an dem sich die von der Zinkplatte ausgehenden Verbindungsdrähte fest machen ließen. Dieser leitende Theil des Apparats bestand erstlich aus zwei Platindrähten von Ju Z. Durchmesser, jeder 1 Z. lang, und zweitens aus einem andern höchst feinen Verbindungsdrahte von Platin. Jene beiden Drähte wurden an zwei verschiedenen Stellen durch Glaskügelchen so an einander befestigt, dals von jedem das eine Ende mit der Mitte des andern durch Glas zusammenhing, und darauf wurden sie verzinnt, sowohl an ihren Enden, um damit an die Zinkplatte und an den zum Griff dienenden Silberdraht angelöthet zu werden, als auch an den Theilen, welche in ihrer Mitte parallel neben einander lagen, und wo der von WOLLASTON zuerst dargestellte höchst feine Verbindungsdraht angebracht werden sollte 1. WOLLASTON

¹ G. LIV. 1.

² Ueber die Verfertigungsart solchen Drahtes. S. Th. II. S. 508.

brachte dann auf die Puncte, wo der feine Platindraht die vorher genannten dickeren Drähte berühren sollte, ein Atom Salmiak und dann liess sich das Löthen ohne Schwierigkeit bewerkstelligen, die beiden freien Enden des Drahtes, mit den kleinen Silberknöpschen an ihnen, vermittelst deren sie straff angezogen werden, ließen sich alsdann leicht fortnehmen. Die beiden dickeren Platindrähte müssen einander in der Mitte so nahe wie möglich seyn; damit man die Länge des feinen Verbindungsdrahtes bis auf 30 ja 10 eines Zolles herabbringen kann, wovon das Gelingen des Versuches wesentlich abhängt. Die Figur stellt den Apparat eingetaucht in die Saure LL vor, wie er sich aus einem seitwärts und höher liegenden Augenpuncte darstellt. BCDE ist die vordere Fläche des abgeplatteten Fingerhutes, in welchen man von oben her bei BC hineinsieht. Den besonders gezeichneten Grundriss des obern Randes zeigt noch deutlicher die Platte in der Mitte. BAC ist der an dem obern Rande angelöthete zum Henkel dienende, Silberdraht und ZA stellt die beiden stärkeren Platindrähte vor, von denen der eine an die Zinkplatte in Z, der andere an den silbernen Henkel in A angelöthet ist; jedes derselben geht durch eines der Glaskügelchen durch, und endigt in dem anderen. Der ganz feine Platindraht ist zwischen dem Glaskügelchen auf den beiden dikkern Platindrähten angelöthet, und durchschneidet sie senkrecht. er ist zu fein, als dass der feinste im Kupferstiche noch sichtbare Strich nicht viel zu grob wäre, um ihn richtig darzustellen. daher man ihn in der Figur nicht sieht. Die Säure, welche WOLLASTOR zu dem Versuche mit diesem Apparate gebraucht, besteht aus einem Mals Schwefelsäure und 50 Mals Wasser. In diese taucht er den Apparat bis beinahe an den obern Rand der Platte hinein, und 'sogleich glüht der feine Platindraht. Zwar bleibt er nicht dauernd glühend, aber doch mehrere Secunden lang, wenn man ihn eingetaucht lässt. Ich besitze einen ganz ähnlichen Apparat, zu welchem die gegebene Figur vollkommen passt, nur dass dem abgeplatteten silbernen Fingerhute gleichsam ein Mantel von Kupfer substituirt ist, und die dicken Drahte, zwischen welchen der feine Platindraht sich befindet, von Silber sind. Letzterer ist so fein, dass er nur durch Hülfe einer guten Loupe gesehen wird. In Salzsäure eingetaucht, glüht der Draht im Dunkeln sehr stark roth, und erscheint dann von einem merklichen Durohmesser. Doch nimmt das X x 2

Glühen schnell ab, und nach 1 oder 2 Secunden hört es gänzlich auf. Nachdem ich diesen Apparat einigemal zu verschiedenen Zeiten gebraucht hatte, versagte er seinen Dienst, und eine nähere Untersuchung belehrte mich, dass der seine Draht an seiner Stelle sehlte. Ob er vielleicht abgeschmolzen werden war? Da ich eine gute Länge eines Wollaston'schen, mit Silber bedeckten Platindrahtes besitze, so wurde der Schaden nach Wollaston's Anleitung wieder gut gemacht, und der Apparat leistet wieder seine Dienste.

Die große Wirksamkeit dieses in seinen Dimensionen so kleinen Apparats hängt wesentlich von folgenden Bedingungen ab.

1. Dass die Silber - oder Kupferplatte eine doppelt so große Oberfläche, wie die Zinkplatte hat, und sie in einem geringen Abstande etwas umgie

2. Dass bei der Schließsung der Kette durch eine Flüssigkeit fast die ganze Oberstäche beider Platten mit derselben sehr schnell in Berührung gebracht werden konne.

3. Dass der feuchte Leiter von einer Beschaffenheit ist, um eine vorzügliche galvanische Erregung zu geben, und 4. dass der verbindende Platindraht, auf welchen die ganze Thätigkeit der geschlossenen Kette sich concentrirt, so außerordentlich dünn und kurz ist.

Wenn man die Oberfläche der Metalle, die mit dem feuchten Leiter zugleich in Berührung kommen, vergrößert, so kann man auch die Dicke und Länge des Verbindungsdrahtes verhältnissmässig vergrößern, und doch noch denselben in das stärkste Glühen versetzen. Ein solcher einfacher Elektromotor von einer sehr großen Oberfläche ist HARE's Deflagrator oder Calorimotor, dem er diesen Namen wegen seiner großen Wirksamkeit, Wärme zu erzeugen, ertheilt hat, statt dessen er aber später sich noch mit mehr Vortheil einer besonders dazu eingerichteten Volta'sche Säule bediente 1. Es lassen sich verschiedene Einrichtungen ausführen, um einen einfachen Elektromotor von sehr großer Ausdehnung zu erhalten. HARE2 befestigte 20 Kupfer und 20 Zinkplatten von ungefähr 19 Quadratzoll Größe, senkrecht in einen Rahmen, so dass die beiderlei Metallslächen einen halben Zoll weit von einander standen. Alle Platten von einerlei Metall waren an einen Streifen gelöthet, so dass alles Metall

¹ Vgl. Berzelius Jahresbericht III. Jahrgg. S. 19.

² Schweigg. Journ. XXVI. 318.

von einer Art eine fortlaufende (communicirende) Fläche ausmachte. Wenn die auf diese Weise vorgeriehtete Kupfer - und Zinkfläche dann mit einem verbindenden Drahte versehen wurde, der den Kreis schloss, und das Ganze in einem nicht leidenden Gefäße in eine Säure oder essigsaure Auflösung von Kochsalz eingetaucht wurde, so ward der Draht glühend, und das Wasserstoffgas, das sich entwickelte, entzündete sich und gab eine schöne, wellenförmige Flamme. Wurden dagegen, statt die Platten auf diese Art abwechseln zu lassen, alle Zinkplatten auf die eine und alle Kupferplatten auf die andereSeite des Rahmens gebracht, so war die Wirkung aller nicht größer, wie die eines einzigen Plattenpaars. Noch besser und in einem kleineren Raume wird der Zweck, die Platten mit der größtmöglichen Oberfläche einander so nahe wie möglich zu bringen und den Zwischenraum der Schicht des stüssigen Leiters soviel wie möglich zu reduciren erreicht, wenn man sie in zwei concentrische Windungen oder Spiralen gebracht, anwendet. Der verbindende Eisendraht kam noch in das stärkste Glühen, wenn er such eine Dicke von # Zoll hatte und Platindraht von einem Durchmesser von No. 18 wurde geschmolzen. Die außerordentliche Wirksamkeit dieses Apparats zeigte sich auch dadurch, dass durch den glühenden Eisendraht ein fixes Laugensalz augenblicklich zersetzt werden konnte. Denn wenn der verbindende Eisendraht während des Glühens mit Kalihydrat in Verbindung gesetzt wurde, so zeigte sich sogleich durch eine rosenfarbene Flamme die Verflüchtigung des Kaliums. HARE nahm als erregende Flüssigkeit gewöhnlich ein Gemisch von 1 Theil Schwefelsäure mit 2 Theilen Kochsalz und 7 Theilen Wasser, aber zu seinem Erstaunen erhielt er mit einer durch den Geschmack kaum zu erkennenden alkalischen Lösung beinahe Weissslähhitze, und ihm zufolge übertraf eine stärkere alkalische Lauge alle übrige Flüssigkeiten.

Den größten Deflagrator von ähnlicher Art brachte CHIL-DRIE in Anwendung 1. Seine Platten hatten eine Länge von 6' und eine Breite von 2'8' folglich von beiden Seiten 32 Quadratfuls, die Zahl der Zinkplatten war 16 und die der Kupferplatten 32, indem jede Zinkplatte von zwei Kupferplatten umgeben war (sie hingen an einem Rahmen, der durch Seile und-

^{1.} G. L.II. 353.

Rollen mit leichter Mühe niedergelassen werden konnte und wurden in Tröge von gut überfirnisstem Holze eingetaucht). Um nun diese Volta'sche Batterie, die aus 16 Abwechselungen bestand, in ein einziges Plattenpaar oder in ein einfaches Säulenelement zu verwandeln, zerschnitt CHILDREN die Bleistreifen, durch welche die Zinkplatten mit den Kupferplatten in jedem der einzelnen Elektromotoren verbunden waren, und verband alle Zinkplatten durch Bleistreisen so mit einander, dass sie eine einzige Platte von 21×32=672 Quadratfuls Oberstäche vorstellten; dieselbe Anordnung traf er mit allen Kupferplatten, deren Oberfläche also, wie in dem kleinen Wollaston'schen Elektromotor doppelt so groß war, wie die Zinkobersläche. Diese beiden ungeheuern Metallslächen wurden nun auf gleiche Art, wie bei dem Wollaston'schen Apparate durch einen feinen Platindraht yon a lon Z. Durchmesser und A. Z. Länge verbunden. gerichtet wurde dieser einfache Elektromotor in jenen Trögen in die Flüssigkeit, die aus 50 Theilen Wasser, & Theilen Salpetersäure und 1 Theilen Schwefelsäure bestand, heruntergelassen. es war aber nicht die geringste Spur von Glühen des kleinen verbindenden Platindrahtes zu bemerken. WOLLASTON schreibt diesen Erfolg der zu großen Dünne des Drahtes zu, indem der erkältende Einflus der umgebenden Luft das hauptsächlichste Hinderniss des Glühens ist, bei einem dickeren Drahte aber dieser Einfluss verhältnismälsig geringer ist gegen die Menge der durchgeleiteten E. und der davon abhängigen Erwärmung, indem diese im Verhältniss der Masse steht, wie DAVY's Versuche für die Durchleitung der galvanischen E. außer allen Zweifel gesetzt haben¹, folglich bei solchen cylindrischen Metalldrähten wie das Quadrat des Durchmessers wächst, wogegen die Abkühlung nur auf die Oberfläche wirkt, und folglich wie diese nur im einfachen Verhältnisse des Durchmessers zunimmt. Sollte aber der Grund dieser auffallenden Erscheinung nicht vielmehr in einer zu starken Wirkung einer zu großen Quantität von E. liegen, durch welche der Draht gleichsam zerstört, d. h. in Dampf verwandelt wurde, gerade so wie zu heftige Entladungen großer Batterien einen dünnen Eisendraht nicht zum Glühen oder zum Schmelzen zu vielen glühenden Kügelchen bringen können, weil sie ihn augenblicklich in Dampf verwandeln?

¹ s. Leiter.

Wenigstens sieht man durchaus nicht ein, warum eine auch nur gleiche Quantität von E. durch den feinen Platindraht vermöge dieses ungeheuern Elektromotors hindurch getrieben, wie vermöge des Wollaston'schen mikrogalvanischen Apparats nicht dieselbe Wirkung bei aller äußern Erkältung hervorbringen sollte; und eine kleinere Quantität im ersteren Falle anzunehmen, würde eine wahre Ungereimtheit seyn.

Wir haben oben HARR's Vorschlag zur Verfertigung eines solchen einfachen Elektromotors aus spiralformig auf einander gerollten Platten erwähnt, wodurch besonders der Vortheil erreicht wird, in dem kleinstmöglichen Raume und also mit dem geringsten Aufwande des flüssigen Leiters die möglichst große Berührungsfläche der Metallplatten mit letzterem zu erhalten. Eine zweckmäßige Einrichtung dieser Art ist der nach der Angabe des Ingénieur - Obristlieutenants Offenhaus angegebene 1. Die punctirte Linie stellt die Platte von dünnem Messingbleche dar, welche 4,6 Meter (ungefähr 15 Fus) lang und 0,41 (un-86. gefähr 1,3 Fuls) breit ist, und mit ihrem einen Ende an den hölzernen Stab C angenagelt ist, welcher der Spirale zum Kern dient. Die ausgezogene Spirale stellt die eben so breite, aber nur 3,73 Meter (etwas über 12 Fuls) lange Tafel gewalzten Zink vor. Beide werden durch zwei Gitter, verfertigt aus Weidenstäben, die 2,25 Lin. von einander abstehen, und aus gemeinem Bindfaden, außer Berührung mit einander gehalten. Auf die Messingtafel wird, nachdem sie an dem hölzernen Stabe besestigt ist, das eine Gitter, auf dieses die Zinktafel und auf sie das zweite Gitter gelegt, dann alles zusammengerollt, was sich ohne Schwierigkeit bewerkstelligen lässt, die Rolle hinlänglich mit einer Hanfschnur umwickelt und in den cylindrischen hölzernen Trog DD, welcher mit säuerlichem Wasser gefüllt ist, und nur einen Durchmesser von 13,5 Zoll hat, gesetzt. An den Enden der beiden Platten sind Drahtarme, an welchen man mittelst des Drahtstabes AB schließt. Dieser Apparat soll nun zwar das Wasser nicht zersetzen, auch keine andere chemische Wirkung zeigen, aber den 5 Millimeter (2,5 Lin.) dicken Schliessungsdraht merklich warm machen, und einen 4 Millimeter dicken Platindraht, dessen Länge nicht näher angegeben ist, den man zwischen die beiden Platten spannt

¹ G. LXIX. 198.

zum Rothglühen bringen. Ohne Zweisel würde dieser Apparat eine noch viel größere Wirkung hervorbringen, wenn die Zinkplatte, wie in dem Wollaston'schen Apparate, von einer doppelten Messingplatte umschlossen wäre (vergl. 34.) und man würde dieselbe Wirkung bei unveränderter Messingplatte erhalten, wenn man auch eine 6-8 mal schmälere Zinkplatte, wie die Messingplatten, in Anwendung brächte. Dass ein solches Plattenpaar gar keine chemische Wirkung gebe, hat indels mur seine Richtigkeit für eine Gasentbindungsröhre, in welche man von den beiden Metallplatten aus, auch wenn sie nur durch den feinsten Metalldraht noch außerdem verbunden wären, Drähte hineingehen ließe, denn in der Flüssigkeit selbst, in welche ein solcher einfacher Elektromotor eingetaucht wird, findet allerdings ein sehr lebhafter Oxydationsprocess an der Oberfläche des Zinks und Entbindung von Wasserstoffgas an der Oberfläche des Messings statt, und das Totalquantum dieses Processes steht, wie sich von selbst versteht, mit der Größe der Oberfläche selbst im Verhältnisse,

In Rücksicht auf den Umstand, dass das Glühen des Verbindungsdrahtes zwischen den beiden Platten eines solchen Deflagrators aufhört, wenn die saure Flüssigkeit einige Augenblicke gewirkt hat, und dass dieses Entglühen durch denselben Apparat nicht wieder hervor zu bringen ist, bevor er aus der erregenden Flüssigkeit eine Zeitlang entfernt worden, hat HA-RE 1 die interessante Erfahrung gemacht, dass diese Wiedererlangung der glühendmachenden Kraft nicht statt findet, wenn nach der Entfernung aus der Säure das Plattenpaar umgeben ist von Hydrogengas, von Salpetergas, oder von kohlensaurem Gas, dass dasselbe aber umgeben von Chlorgas oder Oxygengas seine Kraft ungefähr in derselben Zeit erlangt, als wenn es der atmosphärischen Lust ausgesetzt ist. Schweigen meint, dieser Erfolg bernhe vorzüglich auf der Auflösung des an der negativen Metallstäche reducirten positiven Metalls, daher er auch des unter sonst geeigneten Umständen gleichfalls durch Salmiakwasser zu bewirkende Glühen länger fortdauern gesehen habe, als durch saure Flüssigkeiten, indem dabei das frei werdende und auf das Kupfer wirkende Ammoniak von günstigem Einflusse sev.

¹ Schweigg. Journ. N. R. XIII. 87.

44. Eine fernere höchst merkwürdige Erscheinung, die mit der Schließung der Kette gegeben ist, und während ihres Geschlossenseyns fortdauert, ist die eigenthümliche Form von magnetischer Thätigkeit, die in den festen Erregern und insbesondere in dem Schließungsdrahte hervorbricht, welcher in den Ketten aus zwei festen Erregern und einem flüssigen die beiden ersteren, und in den Ketten aus einem festen und zwei flüssigen Erregern die homogenen Metallplatten, durch welche die Flüssigkeiten armirt sind, mit einander verbindet, vollends zum Kreise schließt. Indess ist dieser höchst wichtige Theil der Lehre vom Galvanismus schon unter dem besondern Artikel des Elektromagnetismus 1 ausführlich abgehandelt und ich füge daher nur noch einiges nachträglich hinzu, was mit der Theorie des Galvanismus in näherer Verbindung steht. Als Resultat der vielen über diesen Gegenstand gemachten Beobachtungen mag zuvörderst hier hervorgehoben werden, dass alle diejenigen Umstände, welche der Wärmeentbindung in dem Schliefsungsdrahte durch die Thätigkeit der geschlossenen galvanischen Kette günstig sind, in gleichem Verhältnisse die Intensität der magnetischen Thätigkeit verstärken, mit Ausnahme der besonderen Verhältnisse des Verbindungsdrahtes selbst, welche allerdings nach andern Gesetzen die Verstärkung der magnetischen Wirksamkeit, wie diejenige der Wärmeentbindung bestimmen, in so fern nämlich die Vergrößerung der Dimensionen des Verbindungsdrahtes sowohl der Dicke als der Länge nach und insbesondere unter der Form des Multiplicators die magnetische Thätigkeit nach außen verstärken, während eben damit die Wärmeerzeugung abnimmt. Doch darf man daraus nicht schließen, dass diese beiden Wirkungen der galvanischen Thätigkeit etwa in dem Sinne im umgekehrten Verhältnisse mit einander ständen, dass die eine gleichsam an die Stelle der andern träte, denn vielmehr erhellet namentlich aus DAVY's Versuchen 2, dass soweit durch Vergrößerung der Oberstäche des einfachen Elektromotors die Hitze in dem Leitungsdrahte noch zunahm, auch seine magnetische Wirksamkeit nach außen noch wuchs, und dünner Platindraht, der durch drei Batterieen so heftig glühend gemacht wurde, dass er nahe am Schmelzen war, zeigte die

¹ Th. III. 1ste Abth. S. 473 - 647.

² G. 1822. II. 28.

stärksten magnetischen Wirkungen, indem er Stahlnadeln aus einer bedeutenden Entfernung anzog.

Aus dem Artikel über den Elektromagnetismus und aus Nr. 17. dieses Artikels hat man bereits ersehen, wie die Magnetnadel durch Hülfe des Multiplicators vorzüglich geeignet ist, die schwächsten Grade der galvanischen Thätigkeit einer geschlossenen Kette, oder den leisesten el. Strom, der in derselben statt findet 1, quantitativ und qualitativ (nach Stärke und Richtung) durch die Größe und Art ihrer Abweichung zu offenbaren. Der Einsluss aller Bedingungen und jeder, auch der kleinsten, Modificationen derselben auf die galvanische Action in der geschlossenen Kette kann also durch diese Experimente am leichtesten erkannt werden. Manche sonderbare Erscheinungen haben sich bei diesen Versuchen ergeben, die vorzüglich zum Prüfstein der verschiedenen Theorien des Galvanismus benutzt werden können. Dahin gehören namentlich die von mehreren Physikern angestellten Versuche über die galvanische Wirksamkeit einer zweigliedrigen Kette unter besondern Umständen, welche einem homogenen Metalle, das in zwei Stücken angewandt wird, den Werth zweier heterogener Metalle verschaffen. Die erste Beobachtung dieser Art machte OERSTED 2. Er fand nämlich, dass wenn man zwei gleiche Zinkbleche nimmt, die mit den Enden eines Multiplicators verbunden sind, das eine aber früher in die Flüssigkeit, durch welche der Kreis geschlossen wird, hineintaucht, das zuletzt eingetauchte sich wie Kupfer verhalte, wenn das zuerst eingetauchte als Zink betrachtet wird, oder nach der Vorstellungsart eines einfachen el. Stromes in einer geschlossenen wirksamen galvanischen Kette die Strömung von dem zuletzt eingetauchten nach dem früher eingetauchten gehe. v. Yelin 3 hat ähnliche Versuche angestellt und mannigfaltig abgeändert. Nach ihm zeigt sich diese Wirksamkeit auch ohne Hülfe des Multiplicators. Giebt man Fig. nämlich dem einen Metalle die in der Zeichnung ausgedrückte Form, so dass von den beiden Enden des Bogens in der einen Form das hintere Ende, in der andern das vordere Ende das

¹ S. Theorie.

² Schweigg. N. R. III. 163.

³ G. LXIII. 365.

längere sey, setzt den 4 bis 5 Lin. breiten und 1 Lin. dicken Fig. Bogen auf einen Träger, und hängt dann mittelst eines Hakens 88. die an einem Spinnenfaden schwebende feine Magnetnadel zwischen beide Arme des Bogens, deren Abstand mn so wenig als möglich betragen darf, und führt dann von unten nach oben ein mit einer Säure oder Salzauflösung gefülltes Cylinder - Gläschen dergestalt an den herabhängenden Enden des Bogens herauf, dals zuerst das eine, sodann das andere dieser Enden eingetaucht und nass gemacht wird, so weicht der Nordpol der Magnetnadel mehr oder minder nach Ost oder West aus und es geben dabei die entgegengesetzten Stellungen der Bogen auch entgegengesetzte Resultate, wenn das geschlossene Ende des Bogens einmal gegen N., das anderemal gegen S.; und eben so das zuerst eingetauchte Ende das einemal das hintere oder nach S., das anderemal das vordere oder nach N. gekehrte ist, und zwar verhält sich nach v. YELIE'S Aussage das zuerst eingetauchte Metall als das relativ mehr positive, das zuletzt eingetauchte als das relativ mehr negative. So verhielt sich in seinen Versuchen das Zinn in Salzsäure, Ammoniak, Natron und Salmiakauflösung, in Kalilauge dagegen gerade auf die umgekehrte Weise. Nicht alle Metalle zeigten indels dasselbe Verhalten, und zwar scheinen nach der darüber mitgetheilten, eine große Zahl von Metallen umfassenden, Tabelle, die mehr elektronegativen Metalle, wie Platin, Gold, Silber, gerade das entgegengesetzte Verhalten zu beobachten, doch nur in Beziehung auf die Salzsäure, da mit andern Flüssigkeiten das Verhalten mehr gleichartig ist, insbesondere mit der concentrirten Salpetersäure. Es scheinen jedoch noch viele andere Umstände, die nicht immer genau zu bestimmen sind, auf die Art, wie sich zwei solche Platten eines und desselben Metalls, die nach einander in eine Flüssigkeit eingetaucht werden, gegen einander verhalten, ihren Einfluss zu äußern, und da diese Umstände sich während des Versuchs oft schnell ändern können, so erklärt sich hieraus das oft so auffallende Schwanken der Magnetnadel, das Uebergehen der westlichen in die östliche Abweichnng und umgekehrt während der Dauer des Versuchs. Ma-BIANINI'S schon oben Nr. 22. mitgetheilte Erfahrungen über den Einslus verschiedener Umstände auf die Abänderung des elektromotorischen Charakters eines und desselben Metalls machen solche Erscheinungen begreiflicher. Uebrigens bestätigte auch

MARIANINI 1, dass von zwei sonst vollkommen glei hen Zinkplatten die zuletzt nach einem Zwischenraume von einer Minute in eine Auflösung von Kochsalz eingetauchte sich negativ verhalte. Dasselbe finde er auch beim Blei, Eisen und Zinn, jedoch in einem viel schwächeren Grade, dagegen nahm er beim Messing, Kupfer, Silber, Gold, Platin und Graphit keine ähnliche Wirkung wahr. BERZELIUS hält die Ursachen dieser Erscheinungen für ganz einfach 2. Der zuerst eingetauchte Theil, meint er, werde von der Flüssigkeit angegriffen, und büsse die Glätte der Oberfläche ein; aber glatte Flächen werden weniger leicht angegriffen als rauhe, oder vorher angegriffene, weswegen dieser Umstand so wirkt, als bestände das zuletzt eingetauchte Ende aus einem mehr elektronegativen d. h. weniger leicht auflöslichen Metalle, welche Wirkung noch durch den erregten el. Strom unterstützt werde und eine Weile fortdauere. Diese Erklärung reicht indess nicht hin, um das entgegengesetzte Verhalten in einer Kalilauge und in concentrirter Salpetersäure begreislich zu machen, es wäre dann, dass man annähme, dals hier eine andere Ursache in entgegengesetztem Sinne wirke, welche den Einfluss der ersten Ursache gänzlich aufhöbe und selbst noch einen Ueberschuss von Wirkung gabe. Allerdings ließe sich die stark oxydirende Wirkung der Salpetersäure auf die Metalle und die gleichfalls das Zinn und Zink stark angreifende Wirkung einer Kalilauge zur Erklärung gebrauchen, da die Oxydation die Tendenz hat, ein Metall mehr elektronegativ zu machen. v. Yelln machte die merkwürdige Erfahrung, dass von zwei Zinkstäbchen dasjenige, welches in concentrirte Salzsäure zuletzt eingetaucht worden war und sich also als das relativ mehr positive verhielt, diese Eigenschaft geraume Zeit beibehielt, auch wenn man in nachfolgenden Versuchen das andere Zinkstückchen später eintauchte, sie auch nicht durch Abwaschen und Abtrocknen verlor, dass sich aber ähnliche Zinkstäbchen in eine Kalilauge eingetaucht anders verhielten. Wurde nämlich das eine Zinkstäbchen, welches mit dem Nordende des Multiplicators in Verbindung stand, zuerst, und dann erst das mit dem Südende verbundene Zinkstäbehen eingetaucht, so wich die Nadel gerade wie in dem Versuche mit der Salzsäure

¹ Schweigg. N. R. XIX. 43.

² Vierter Jahresbericht S. 22.

ab, so dass das zweite Stäbchen die Rolle des positiven Metalls spielte. Es behielt aber diese Eigenschaft nicht permanent bei, sondern wenn die beiden Stäbchen wieder herausgenommen wurden und dann das am Südende hängende Stäbchen zuletzt eingetaucht wurde, so hätte dieses vielmehr nun die positive Rolle übernommen, und das früher positive verhielt sich als das negative Glied. Dieses so merkwürdig verschiedene Verhalten läst sich nach der Hypothese von Berzelius nicht leicht erkleren. Es bedarf kaum der Erinnerung, dass in allen diesen Versuchen dasjenige Metall, welches zuerst eingetaucht ist, im Augenblicke der Schliessung der Kette, die schon mit der ersten Berührung der Flüssigkeit durch den andern Schenkel statt findet, mit einer größeren Oberfläche wirkt, und dass sich also stets der Einflus einer solchen zweigliedrigen Kette, wie sie Nr. 39. beschrieben worden ist, auf die Bestimmung des Erfolgs mit einmischt.

Andere hierher gehörige Versuche, die von van Berck in Utrecht¹, Förstemann², Pohl³, angestellt worden sind, werden in dem theoretischen Theile, wo von dem Verhalten des el. Stromes näher die Rede seyn wird, passender ihre Stellen finden.

46. Die bisher aufgezählten Hauptclassen von Erscheinungen betreffen diejenigen Ketten, deren Glieder bloß aus der morganischen Natur abstammen. Sind aber diese Glieder Ketten aus den organischen Reihen, oder Theile derselben, in welchen die dieser Classe eigenthümlichen Kräfte thätig seyn können, so zeigen sich zugleich Reactionen dieser Kräfte, die wir mit dem allgemeinen Namen der Lebenskraft bezeichnen wollen, und die Form des galvanischen Processes wird in diesen Theilen wesentlich durch die Concurrenz dieser Kräfte mit bestimmt und modificirt. Man kann, da das allgemeinste Verhälnis der Lebenskräfte mit äußeren Potenzen, durch welches sie zur Thätigkeit aufgeregt werden, unter den Begriff eines Reizerhältnisses gebracht wird, die galvanische Action in einer geschlossenen Kette, in welche mit Lebenskräft begabte Theile als Glieder eingehen, eben darum den galvanischen

^{1,} G. LXXIII. 433.

² Kastner's Archiv I. 24.

³ Der Process der galv. Kette S. 1 ff.

Reizprocess nennen. In der ersten Epoche des Galvanismus bis zur Entdeckung der Säule wurden die galvanischen Versuche fast ausschließlich mit solchen Ketten angestellt, und dadurch eine Menge von interessanten Thatsachen gewonnen, die zur Aufklärung der damals noch so verborgenen Natur des sogenannten galvanischen Agens-wesentlich beitrugen. nun gleich diese Thatsachen nunmehr von einem geringeren Interesse zu seyn scheinen, nachdem die Volta'sche Saule auf eine so überraschende Weise ein so helles Licht über dieses Geblet von Erscheinungen verbreitet hat, so verdienen sie doch schon der Vollständigkeit wegen hier noch berücksichtigt zu werden, aber auch darum, weil sich gerade in diesen Erscheinungen die leisesten Nüancen und Abänderungen in der galvanischen Thätigkeit und de galvanischen Verhältnisse der Körper gegen einander noch sicherer verrathen, als wohl in jeder anderen der bisher abgehandelten Erscheinungen, wie sie dann auch schon oben zur Bestimmung der Spannungsreihe der Erreger des Galvanismus zur Hülfe genommen worden sind. Au-Iser den für die Lehre vom Galvanismus wichtigen Resultaten. die aus diesen Versuchen gezogen werden können, lieferten sie auch interessante Ergebnisse für die Lehre von der Lebenskraft selbst, die ich aber hier nur sehr kurz berühren werde, da sie nicht sowohl in die allgemeine Physik, als vielmehr in die besondere Physik der organisirten, mit Lebenskraft begabten. Körper, die Physiologie gehören.

Diese Versuche sind am häufigsten mit präparirten Froschschenkeln angestellt werden, deren Zubereitung zu diesen Versuchen bereits oben Nr. 15. näher angegeben worden ist. Das Eintreten oder die Abwesenheit der Zusammenziehungen, die Art, Stärke und Dauer derselben, verrathen den geheimen Process, der gleichsam aus der Kette in dieser sichtbaren Bewegung nach außen hervorbricht. Es sind aber hierbei stets zwei Factoren, welche das Product bestimmen, nämlich einerseits die Stärke und Art des Reizes, welcher von der hierbei statt findenden, im engeren Sinne galvanischen, Action der Kettenglieder auf einander abhängt und die Stärke und Art der Erregbarbeit selbst. Wären die mannigfaltigen Modificationen der Erregbarkeit in dieser doppelten Rücksicht an und für sich und unabhängig von galvanischen Versuchen durch gewisse äußere Merkmale und Erscheinungen erkennbar, so würden sich diese

Versache ganz dazu eignen, die Bedingungen, von welchen die mannigfaltigen Bestimmungen der galvanischen Action in geschlossenen Ketten abhängen, festzusetzen, indem wir dann mit Sicherheit aus zwei bekannten Größen, nämlich der Bewegung als dem Producte und der Reizbarkeit als dem einen Factor die dritte, die mit ihnen in einer Gleichung verknüpft ist, nämlich die galvanische Action, die als Reiz den andern Factor bildet, bestimmen konnten. Daran fehlt aber sehr viel, und eben darum ist immer sehr große Vorsicht in den Schlüssen, welche wir aus diesen Versuchen auf die nähere Natur der galvanischen Action selbst machen, erforderlich, und mir selbst, der ich seit mehr als dreissig Jahren viele Tausende solcher Versuche angestellt habe, sind Anomalien hierbei vorgekommen, von denen ich bis jetzt noch nicht vollständige Rechenschaft geben kann. Dass indessen diese Versuche ihrerseits wieder am meisten dazu geeignet sind, über die verschiedenen Modificationen der Erregbarkeit Aufschluss zu geben, leuchtet ein, da wir die Verschiedenheit der galvanischen Action in verschiedenen Ketten auch noch durch andere Hülfsmittel zu bestimmen im Stande sind, und folglich das seiner Quantität und Qualität nach verschiedene Product bei Gleichheit des einen Factors, nämlich der Kette als solcher, auf eine Verschiedenheit des andern Factors hinweiset.

RITTER¹ hat zwei Hauptclassen solcher Reizversuche unterschieden, wovon er die eine ächte, die andere pseudogalvanische Versuche genannt hat. Zu ersteren rechnet er alle diejenigen, welche von Ketten abhängen, denen der allgemeine Character der wirksamen galv. Ketten zukommt, das nämlich die mit der Schliesung der Kette eintretende Action während des Geschlossenseyns der Kette fortdauert; letztere sollen von Ketten abhängen, bei welchen zwar im Augenblicke der Schliesung und Trennung eine Action eintritt, die als Reiz auf die Nerven wirkt, während des Geschlossenseyns der Kette selbst aber ein Ruhestand oder Gleichgewicht erfolgt, und mit dem Aushören der eigentlich galvanischen Action auch jede fernere. Reizung aushört. Diese sogenannten pseudogalvanischen Versuche sollen mit einigen anomalen Versuchen auch hier besonders betrachtet werden, da ihre Deutung sür die Theorie des

¹ Gehl. J. VI. 431.

Galvanismus nicht ohne Interesse ist. Zuerst wenden wir uns aber zu den ächten Reizversuchen.

47. Man kann bei denselben folgende Arten von Ketten unterscheiden: a. solche in welche bloß thierische Theile als Kettenglieder eingehen, b. solche, in welchen außer diesen noch andere Erreger und Leiter des Galvanismus concurriren. Letztere zerfallen dann wieder in drei Hauptclassen: 1. in solche, wo die hinzukommenden Körper bloß Erreger der zweiten Classe sind, 2. solche, wo trockene Erreger, 3. solche, wo trockene und noch anderweitige feuchte Erreger neben den thierischen Theilen in die Kette mit aufgenommen werden. Die befolgte Ordnung ist zugleich diejenige, in welcher die Ketten in Rücksicht auf die Stärke der von ihnen abhängigen galvanischen Action und des dadurch bewirkten Reizes zunehmend auf einander folgen.

Wie schon oben in der Geschichte des Galvanismus bemerkt worden, wurde in der ersten Epoche desselben ein lebhafter Streit darüber geführt, ob auch Ketten aus bloss thierischen Theilen durch eine im engern Sinne galvanische Action ohne eine etwa dabei statt findende anderweitige, insbesondere mechanische, Reizung wirksam seyen. Dieser Streit ist jetzt längst geschlichtet und durch eine Menge von Versuchen sehr verschiedener Experimentatoren die galvanische Wirksamkeit solcher Ketten außer allen Zweifel gesetzt. Insbesondere hat v. HUMBOLDT verschiedene solcher Versuche beschrieben1. Sie gelingen indels nur in dem Zustande höchster Erregbarkeit bei an sich schon sehr reizbaren großen Individuen in den Sommermonaten, oder wenn diese aus dem Winterschlaf erweckt werden, und die Zubereitung schnell vorgenommen wird, niemals aber bei kleineren Individuen, in den Herbstmonaten nach geschehener Begattung. v. Humboldt erhielt in den günstigen Fällen Zuckungen: a. wenn der Frosch so zubereitet war, dass der Rumpf mit den hintern Extremitäten bloss durch die Cruralnerven (eigentlich Ischiadnerven) zusammenhing, und bloss in einer horizontalen Fläche die Froschschenkel gegen das Ende der obern Extremitäten geschoben wurden; b. gleichfalls erfolgte sie heftig, als die von ihrer Haut entblößten Lenden mit

¹ Vers. über die gereizte Muskel - und Norvenfaser I. S. 28.

dem rothen gar nicht tendinosen Muskelfleische gegen die Ischiadnerven zurückgebeugt wurden; c. gleichfalls als der Cruralnerve schnell heraus präparirt, dieser sammt der ganzen Extremität auf eine wohl getrocknete Glasplatte gelegt, und mit einem, an einem isolirenden Griffe von Siegellack befestigten Stücke fri. schen Muskelsleisches der Cruralnerv und die Schenkelmuskeln berührt wurden. Derselbe Erfolg fand auch statt, wenn statt des einen Muskelstückes, das hier zur Schliefsung der Kette Fig diente, drei verschiedene Stücke angewandt wurden, wovon das 89. sine den Nerven', das andere den Schenkel berührte, und dann der Kreis durch das dritte Stück, welches die beiden andern mit einander verband, geschlossen wurde, und zwar war die Reizung in diesem Falle stärker, wenn x und y dergestallt durch z verbunden wurden, dass z zuerst x und dann y berührte. als wenn die Verbindung von y aus geschlossen wurde. mehreren Individuen löste v. Humboldt den obern Theil der Cruralnerven ab, und schob dieses getrennte Stück mittelst einer Glasröhre zwischen den noch inserirten Nerven und den Schenkel selbst, so wie auf beiden Seiten; der Contact geschah, blieb die convulsivische Erscheinung nicht aus. e. Auch wenn nicht die Muskeln selbst mit in die Kette aufgenommen wurden, sondern nur ihr Nerv sich in derselben befand, konnten durch einen bloss thierischen Bogen Convulsionen erregt v. Humboldt falste nämlich den Cruralnerven mit swei Fingern der linken Hand, und berührte mit einem Stückchen Muskelsleisch, welches er in der andern Hand hielt, denselben Cruralnerven. Die Reizung war heftig, sobald der Contact ersolgte, sie schien am hestigsten, wenn derselbe nahe an der Insertion des Nerven in die Muskeln, doch ohne diese mit zu berühren, erfolgte. Wurde statt des Muskelsteisches ein Stück Elfenbein genommen, so blieben die Zuckungen aus, Nie wollte es v. Humboldt gelingen, Zuckungen zu erhalten, wenn er nach Abtrennung des Nerven vom Rumpfe den Schenkel gegen den Nerven und diesen gegen jenen bog, eben so wenig auch bei sehr lebhaften Individuen, wenn er ohne die Muskeln zu berühren, das Nervenstück V an den Cruralnerven t dergestalt anschob, dass t in zwei verschiedenen Puncten getroffen wurde. Dagegen ist mir der vorletzte Versuch bei reiz-Fig baren Fröschen sehr häufig gelungen, besonders wenn der Cru- 90. nlnerv in einer etwas größeren Strecke durch schnelles Anbie-IV. Bd.

gen mit der Haut des Schenkels, nicht aber, wenn er mit den Muskeln unmittelbar in Berührung gebracht wurde.

Für alle diese und ähnliche Versuche mit Ketten aus bloß thierischen Theilen, die mir und auch andern Experimentatoren häufig gelungen sind, und die bereits GALVANI mit Erfolg angestellt hatte, gelten noch, was das Eintreten der Zuckungen, ihre Stärke und Dauer betrifft, überhaupt folgende Bedingungen und Gesetze: a. dals zur Entstehung derselben jedesmal erforderlich ist, dass die Nerven der Muskeln, in denen die Zusammenziehungen erregt werden sollen, sich als Glieder in der Kette befinden. b. Dals der Nerv oder das Nervenstück in der Strecke, in welche er oder dieses als Glied in die Kette eingeht soviel möglich isolirt sey, und neben ihnen kein anderer Leiter in diesem Theile des Kreises eine Ableitung gewähren künne, sondern ein el. Strom, wenn er etwa in einer solchen Kette thätig seyn sollte, gezwungen wäre, seinen Weg ausschliesslich an dieser Stelle durch den Nerven zu nehmen. c. Dass unter sonst gleichen Umständen die Zuckungen um so lebhafter ausfallen, je ausgedehnter jenes eine ausschließliche Leitung gewährende Nervenstück ist, das in die Kette eingeht, und dass sie auch um so länger erregt werden können. d. Dass die Zuckungen um so länger hervorgerufen werden können, und um so lebhafter sind, je rascher die Schließung der Kette erfolgt, und je größer die Oberstäche ist, mit welcher die den Kreis bildenden Theile in Benihrung kommen.

Da diese Ketten in Ansehung aller Bedingungen und Gesetze für das Eintreten und die Stärke der Zuckungen sich ganz so verhalten, wie die weiterhin zu beschreibenden Ketten, in denen nach der Natur der Glieder derselben der galvanische Charakter keinem Zweifel unterworfen ist, so darf man nach einer solchen Uebereinstimmung sie gleichfalls als ächt galvanische und die durch ihre Schließung gegebene Action als eine galvanische, in Anspruch nehmen. Aber eben damit ist, wenigstens dem ersten Anscheine nach, auch der Beweis geführt, daß durch die Schließung bloß zweier Körper, wenigstens aus der zweiten Classe von Erregern, zur Figur eine galvanische Action gegeben ist, und v. Humboldt hat insbesondere den Versuch, wo die von ihrer Haut gänzlich entblößten Muskeln durch ihren Contact mit dem vom Zellgewebe und Blutgefaßen befreiten Nerven lebhafte Zuckungen erregten, als völ-

lig entscheidend in dieser Hinsicht angesehen, indem ja offenbar nur zwei, und zwar organisch verbundene Stoffe, Muskel und Nerv, mit einander in Wechselwirkung gekommen seyen. Wer möchte aber die vollkommene Gleichartigkeit eines Nerven in seinem Stamme und in seinen Verzweigungen behaupten wollen? Auch gehen in die Structur des Muskels so verschiedenartige, und in ihrer Getrenntheit noch vollkommen unterscheidbare, Theile, wie Zellgewebe, aponeurotische Haut, Blutgefälse, Nerven und eigentliche Muskelfasern ein, dals es nicht schwer fallen kann, auch bei den einfachsten thierischen Ketten dieser Art immer noch zum wenigsten drei heterogene Glieder, die zu einer Kette an einander gereiht sind, nachzuweisen. Aber allerdings werden die Zuckungen sogleich lebhafter, wenn die drei Heterogeneitäten in deutlicher geschiedenen Massen hervortreten, wie gleichfalls aus den oben angeführten Versuchen erhellet.

Wirksamer werden daher die angeführten Ketten sogleich, wenn Stoffe in sie aufgenommen werden, die zwar noch zu einer Classe, als Erreger des Galvanismus betrachtet, mit ihnen gehören, aber selbst nicht organischer Natur sind, wie Volta schon in den ersten Jahren bewies, indem Seife oder Kleister, mit denen man die Schulter oder Brust des Froschpräparats bestreicht, und dann die Lenden, die bloss durch ihre Cruralnerven mit dem Rumpfe zusammenhängen, in Contact damit bingt, die Zuckungen sehr verstärken 1; noch mehr findet dieses statt, wenn man eine alkalische oder saure Flüssigkeit sn die Muskeln oder Nerven bringt, und die Schliefsung der Kette an den damit benetzten Stellen macht. Doch gelingen alle diese Versuche nur bei sehr erregbaren Individuen, die man schnell genng praparirt hat, und nur in der ersten Viertelstande nach der Zubereitung. Die zweite Classe von hierher gehörigen wirksamen Ketten sind diejenigen, in welchen neben den thierischen Theilen blos ein einziger Erreger der ersten Classe (also nur ein Metall) als Kettenglied eingeht. Auch gegen die Positivität dieser Ketten hat man in der ersten Zeit viel gestritten, und insbesondere hat VOLTA durch eine Menge sinnreicher Versuche bewiesen, dass wenn keine Zuckungen bei Anwendung eines einzigen, ganz homogenen, Metalls ent-

¹ Никвольт а. а. О. 8. 32.

stehen, diese sogleich zum Vorschein kommen, wenn das Metall durch die leisesten Abänderungen der Mischung (namentlich durch den leisesten Anslug von Oxydation), der Politur, Härte, Temperatur, an zwei Stellen von einander verschieden gemacht werde, wodurch es, wenn gleich ein Stück, doch an den zwei verschiedenen Berührungsstellen zum Aequivalent zweier Metalle gemacht werde, weswegen er denn auch geneigt war, in allen solchen Fällen, wo durch Hülfe nur eines Metalls Zuckungen erregt wurden, irgend eine nur übersehene Heterogeneität dieser Art vorauszusetzen 1. Indels widerlegte schon ALDINI diese Behauptung durch Versuche mit Quecksilber, die auch von Humboldt mannigfaltig abänderte, um sie vollkommen beweisend zu machen, und auf dem jetzigen Standpuncte unserer Kenntnisse kann vollends die Wirksamkeit solcher Ketten blos aus einem Metalle und den thierischen Theilen nicht mehr streitig erscheinen, da wir seitdem Ketten dieser Art, in welche blos ein trockener Erreger eingeht, als in so hohem Grade chemisch wirksam kennen gelernt haben. Hierher gehören mehrere interessante Versuche Ritten's und v. Hum-BOLDT's, die mir gleichfalls oft gelungen sind, und einen ganz entscheidenden Beweis für die Wirksamkeit bloss zweigliedriger Ketten zu liefern scheinen. Wenn man nämlich die vom Rückgrate getrennten, und frei präparirten, Ischiadnerven auf Scheiben von verschiedenen Metallen fallen lässt, so dass sie in rasche Berührung damit kommen, oder auch gegen solche Metalle schleudert, so entstehen häufig lebhafte Zuckungen. Dass hierbei kein mechanischer Reiz obwaltet, erhellet daraus, dass bei gleicher Höhe des Herabfallens u. s. w. die Verschiedenheit der Metalle einen großen Einflus äußert, und dass das Herabfallen auf Glas, Stein u. s. w. ganz ohne Wirkung ist. In den ersten Versuchen dieser Art erhielt RITTER 2 viel lebhaftere Zuckungen, wenn er die Nerven auf Silber, als wenn er sie auf Zink fallen liefs. Aus späteren Versuchen folgerte er aber, dass dieses Uebergewicht des Silbers über das Zink bloss von der verschiedenen Form hergekommen sey. Ersteres hatte er beständig in breiten Platten, Jetzteres in Stangen angewandt; als er daher das Zink ebenfalls in Platten anwendete, war es

¹ v. HUMBOLDT a. a. O. S. 52.

² Gehlen's J. VI. 433.

viel wirksamer, wie auch v. HUMBOLDT in seinen wenigen Versuchen gefunden haben will 1. Dennoch, setzt Retter hinzu, wirkte das Silber noch kräftiger, dann waren es aber Münzen mit noch hohem Gepräge; wo dieses sich glatt gerieben hatte, zeigte sich Silber viel schwächer als gleich ebenes Zink. Unter gleichen Formen wirkte in dieser Aut von Versuchen Eisen noch nahe so stark als Zink, Kupfer schwächer, Kohle in der Regel noch schwächer als Silber. Je größer überall die Stelle war, mit der der Nerv, und soviel wie möglich zugleich, uf das Metall fiel, desto leichter kam und desto stärker war die Zuckung, auch je näher das Nervenstück selbst den Muskelm leg 2, Man kann den Nerven an seinem hintern Ende zwischen die Finger nehmen, ihn dazwischen behalten und blofs mitsig gegen die unterliegende Metallplatte binschwenken. Da Isolation des Frosches, des Metalls oder beider, keinen merklichen Einfuls zu haben scheint, so sieht man sehon hieraus, daß die geze Action gleichsam in den kleinen Baum der mit einander in Contact kommenden beiden Körper, des Metalle und der Nerven, beschränkt bleibt. Deutlicher als in den angeführten Verenchen tritt nun schon die bestimmte Form dieser Kette in den Versu-Fig. chen Ritten's hervor, wo der Nerv an einem Puncte x schon 91. as der Metallplatte m aufliegt, und man den Theil x bis y Fig. blos nachfallen lässt; oder wo der Nerv mit y ausliegt und die 92. jetzt vordere Strecke y bis x nachfällt. Bei sehr reizbaren Indvidnen erhielt ich auf ähnliche Art Zuckungen, wenn ich blofs mit dem abgeschnittenen Ende des Nerven die Oberstäche von Quecksilber berührte. Wirksamer noch, als die bisher angefibrten Ketten aus einem Metalle und dem Nerven, der in zwei von einander mehr oder weniger entfernten Puncten mit denselben in Berührung kommt, zwischen denen ein mehr oder weniger ausgedehntes Nervenstück in die Kette eingeht, nach dessen Länge sich auch die Lebhaftigkeit der Zuckungen richtet, sind die Ketten aus einem Metalle, dem Nerven und den Muskeln, besonders wenn diese in einer etwas größeren Oberfliche mit dem Metalle in Berührung sind, und man den Nerven, den man mit einer Pincette vorher in die Höhe gehalten hat, auf das Metall herabfallen läßt, oder auch an einem von

¹ a. a. O. S. 63.

Ritter a. a. O. S. 43.

der Insertion in den Schenkel entfernten Puncte mit aller Vorsicht mit dem Metalle in Berührung bringt. Hierbei üben die Metalle nach ihrer Verschiedenheit einen mehr oder weniger starken Reiz aus, und zwar fand ich bestimmt die entgegengesetzte Ordnung wie Ritten in jenen Versuchen, wo bloß der Nerv in die Kette einging, indem ich gerade die mehr negativen Metalle, und zwar in dem Verhältnisse, in welchem sie dem negativen Ende näher stehen, wirksamer fand, ungefähr in folgender Ordnung: Quecksilber, das bei weitem am wirksamsten war, wozu vielleicht seine reine metallische Oberfläche wesentlich beitrug, diesem zunächst Silber, dann Kupfer, Zinn, Quecksilber mit Zinn versetzt, Blei, zuletzt Zink, mit welchem ich nur sehr selten und bloß bei höchst reizbaren Individuen Zuckungen erregen konnte, wenn keine andere als die angeführten thierischen Theile in der Kette sich befanden.

Merkwürdig ist es, dass die Metalle, wenigstens das Eisen, die Wirksamkeit einer Kette aus blos thierischen Theilen verstärken, auch wenn sie gleichsam nur auf eine entsernte Weise Fig. in dieselbe eingreisen. v. Humboldt führt einen solchen Ver93. such dan. Wenn nämlich x mit welchem die Kette zwischen Nerv und Muskel gebildet wird, kein frisches Muskelsteisch, oder kein recht frisches Nervenstück, das dieselben Dienste leistet, ist, und wegen der unvollkommenen Leitung (wie v. Humboldt meinte) die Contraction nicht erfolgte, so wurden dieselben sogleich erregt, wenn man x statt mit einer gläsernen Röhre mit einem Eisendrahte gegen den Schenkel schob, ungeachtet dieser blos die äußere Oberstäche von x berührte, und folglich die Communication von den Cruralnerven zum Schenkel durch keinen metallischen Theil unterbrochen war, und dieser in so ferne kein eigentliches Glied der Kette bildete.

Wenn außer dem einzelnen Metalle und den thierischen Theilen noch andere Erreger der zweiten Classe in die Kette mit eingehen, und zwar so, dass sie mit dem Metalle in Berührung kommen, so wird die Wirkung der Kette in allen Fällen dadurch verstärkt, und solche Ketten kommen nach Beschaffenheit des Metalls und der Flüssigkeit, die mit demselben in el Erregung tritt, nicht selten den wirksamsten Ketten aus zwei am stärksten mit einander wirkenden Metallen und den thierischen Theise

¹ a. a. O. S. 37:

len gleich. Volta hat schon im Jahre 1796 in seinem zweiten Schreiben an GREN 1 über die Theorie der galv. Kette die Resultate seiner zahlreichen Versuche dieser Art bekannt gemacht und ich habe bereits in Nr. 25. auf diese Versuche, sofern sie zur Bestimmung des el. Verhaltens der Metalle und feuchten Erreger dienen, hingewiesen. Das allgemeine Schema dieser Versuche, wie sie von Volta angestellt wurden, stellt die Fi-Fig. gur dar. Die Flüssigkeit f kann entweder in einem Uhrglase 94. sich befinden, oder ein Stückchen Schwamm damit getränkt seyn und das Metall m entweder unmittelbar oder durch ein masses Schwammstückchen h, und eben so die Flüssigkeit unmittelbar oder durch ein nasses Schwammstückchen h mit den thierischen Theilen in Verbindung stehen, und die Anordnung der einzelnen Kettenglieder entweder so, wie die Figur sie darstellt, oder auch umgekehrt statt finden, so dass die Flüssigkeit nach dem Nerven, das Metall nach den Muskeln zu liegt, verschiedene Art der Vertheilung hat denselben Einsluss wie die zweier Metalle an die Nerven und Muskeln, wovon unten die Rede seyn wird, und man kann darnach beurtheilen, ob die Flüssigkeit sich mit dem Metalle positiv oder negativ verbilt. Ersteres ist der Fall, wenn der Erfolg derselbe ist, wie wenn an der Stelle der Flüssigkeit sich ein anderes Metall befande, das in Beziehung auf das andere Metall sich positiv verbält, letzteres wenn sich die Flüssigkeit eben so verhält, wie das negative Metall an seiner Stelle. Doch gilt diese Bestimming unbedingt nur unter der Voraussetzung, dass die el. Erregung in der Berührung zwischem dem Metalle und der Flüssigkeit das Uebergewicht hat über die Erregungen an den beiden andern Berührungspuncten. Volta fand durch seine Versuche, dass die Flüssigkeiten mit den Metallen auf die angegebene Weise zusammengebracht, in folgender Stufenfolge eine verstärkte Wirkung hervorbringen: 1. reines Wasser; 2. Wasser mit Thon oder Kreide vermengt; 3. Zuckerwasser; 4. Alkohol; 5. Milch; 6. mucilaginose Flüssigkeiten; 7. thierische gelatinose Flüssigkeiten; 8. Wein; 9. Essig und andere vegetabilische Säuren; 10. Speichel; 11. Mucus der Nase; 12. Blut; 13. Harn; 14. Salzwasser; 15. Seifenwasser; 16. Kalkmilch; 17. concentrirte Mineralsäuren; 18. starke alkalische Lauge;

¹ Dessen N. J. d. Ph. IV. 107.

19. Oleum Tartari; 20. Phosphorsäure. Doch bemerkt Volta ausdrücklich, daß diese Ordnung aicht für alle Metalle auf gleiche Weise gelte, und insbesondere in Ansehung der Schwefellebern und der alkalischen Flüssigkeiten die Metalle beträchtlich unter einander abweichen. Volta fand in diesen Versuchen das Zinn im Durchschnitte alle andere übertreffen, und das Silber allen anderen nachstehen. Nur wenn Silber zwischen Wasser und Schwefelleber sich befand, übertraf es alle andere. Zu den wirksamsten Ketten dieser Art gehören nach meinen Versuchen die Ketten aus Eisen und Salpetersäure, Silber und Schwefelleber, Zinn oder Zink und Aetzkali, und überhaupt sind diese Ketten um so wirksamer, je stärker nach den bekannten Prüfungsarten die el. Erregung zwischen der jedesmal angewandten Flüssigkeit und den mit ihr in Wechselwirkung gebrachten trockenen Erreger ausfällt.

49. Die dritte Hauptclasse von Ketten sind endlich diejenigen, welche aus zwei Erregern der ersten Classe und den thierischen Theilen bestehen, mit denen auch vom Anfange 'an die meisten galvanischen Versuche angestellt worden sind. Die Metalle, sofern sie in Form von Blättchen oder Scheiben an die Nerven und Muskeln gebracht werden, hat man mit dem Namen von Armaturen, und zwar Nerven - und Muskel-Armaturen, und die Metalle, welche in Form eines Drahtes u, d. gl die Verbindung zwischen solchen Armaturen oder der einen Armatur und dem unbewaffneten thierischen Theile machten, mit dem Namen des metallischen Bogens, auch wohl des Excitatore, weil durch die Schliessung des Kreises mittelst ihrer die Zuckung erregt wird, belegt. Jedes Metall indess, in welcher Form es auch angewandt werde, spielt da, wo es den Nerven oder Muskel unmittelbar berührt, sugleich die Rolle einer Armatur. Als Resultate ergeben sich aus den zahlreichen Versuchen dieser Art folgende allgemeine Bedingungen und Gesetze für das Eintreten, die Dauer und Stärke der Zuckungen.

1. Zum Eintreten der Zuckungen ist jedesmal nöthig, dass der mit den Muskeln, in welchen die Zuckungen erregt werden sollen, wenigstens einem Theile nach noch in ungestörter organischer Verbindung stehende Stamm des Nerven, oder wenigstens die an dem Muskel selbst sich verbreitenden Zweige desselben, als Glied in die Kette eingehen. Die Zuckungen entstehen also unter der einfachsten Form dieser Kette dann, wenn

die beiden Metalle C und Z unmittelbar an den Nerven ange-Fig. bracht sind, wie klein auch das Stückchen des Nerven sey 95. welches in die Kette eingeht. Sie entstehen eben so in beiden Extremitäten zugleich, wenn die eine Armatur an dem einen, die andere an dem andern Nerven angebracht, und der Kreis durch irgend einen nassen Körper, ein Stückchen Schwamm, das von einem Nerven zum andern führt, geschlossen wird, Rig. wie die Figur zeigt. In beiden Fällen liegen die Muskeln selbst 96. ausserhalb der Kette. Dass sie gleicher Weise entstehen, wenn das eine Metall, statt an den Nerven, an die Muskeln angebracht wird, wie bei Z in der vorigen Figur der Fall ist, versteht sich dann von selbst. Wird der Nerv so unterbunden, dass. der Theil desselben, welcher in die Kette eingeht, sich oberhalb des Bandes befindet, und dadurch die lebendige Einwir-, kung des in die Kette eingehenden Nervenstücks auf die Muskeln aufgehoben ist, so bleiben auch sogleich die Zuckungen aus. Erfolgt aber dann die Berührung des Nerven mit Z an einer tiefern Stelle unterhalb des Bandes, so dass von neuem ein Theil des in lebendiger Wechselwirkung mit den Muskeln stehenden Nerven in die Kette eingeht, so erscheinen auch bei der Schlieseung der Kette die Zuckungen wieder. Befinden sich blos die Muskeln innerhalb der Kette, und nicht der Stamm des Nerven, der zu denselben geht, so erscheinen zwar auch Zuckungen, aber nur in den Muskeln, welche zwischen den beiden Armaturen iune liegen und mit ihnen in unmittelbarer Berührung sind, und sind überhaupt viel schwächer. Nur bei. hoher Reizbarkeit verbreiten sie sich dann auch auf angrenzende Muskeln.

2. Die Zuckungen sind um so stärker, und lassen sich um so länger, von dem Zeitpuncte der Zubereitung des Frosches an gerechnet, erregen: a. je länger das in unverletztem organischen Zusammenhange mit den Muskeln stehende Stück des Nerven ist, welches in die Kette eingeht; b. je mehr dieses Stück ausschließlich in dem Theile der Kette, in welchen es eingeht, einen el. Strom, den man sich innerhalb dieser Kette circulirend denken möchte, zu leiten hat, d. h. je vollkommner dieses Stück des Nerven isolirt ist, so daß neben und außer ihm an dieser Stelle keine andere gleich gute Leiter der E., seyen es thierische Theile selbst oder Wasser und mit demselben getränkte Körper jeder Art, sich besinden, die an dieser Fort-

leitung Theil nehmen konnten. So lange daher die Cruralnerven noch auf dem Backenstücke liegen, erscheinen die Zuckungen nur schwach, und in kurzer Zeit gar nicht mehr, weil das Backenstückchen zugleich als Nebenleiter wirkt; sie erfolgen aber mit der größten Lebhaftigkeit, wenn das Backenstückchen abgelöst und entfernt wird, und die Cruralnerven in ihrem Verlaufe bloss von der Luft umgeben sind, oder auch auf · Glas liegen; sie nehmen aber sogleich an Stärke wieder ab, und Fig. kommen bald nicht mehr zum Vorschein, wenn von dem obern 95. Metalle Z neben dem Nerven noch ein anderer Leiter, wie ein Stück Schwamm oder ein Stück Muskelsleisch, bis zur Berührung mit dem Schenkel in die Kette eingeschoben wird, besonders wenn der Nerv bis zu seiner Insertion in die Lende ganz damit umhüllt ist. Wird aber dann wieder ein Theil der Nerven aus den Muskeln heraus präparirt, neben dem sich kein anderer Nebenleiter in der Kette befindet, so treten auch die Zuckungen bei der Schliessung der Kette lebkaft ein 1, Ein eine ausschliessliche Leitung gewährendes, Nervenstück äußert seinen Einfluss auf die Lebhaftigkeit der Zuckungen, jedoch nur unter der Bedingung, dass es in dieser Länge noch fähig sey, von jedem Puncte aus die Reizung auf die Muskeln, in denen es sich verbreitet, fortzupflanzen, daher dann, um so lange wie möglich Muskelzusammenziehungen zu erregen, zuletzt der Nerv aus den Muskeln in einer gewissen Strecke herauspräparirt werden muß, da er von seinen Centralende aus allmälig abstirbt; c. je größer die Oberstäche ist, in welcher die Metalle mit den thierischen Theilen in Berührung stehen. Dieses gilt besonders für die Muskelarmatur, bei welcher die Berührungsobersläche viel größere Variationen zuläßt, als bei der Nervenarmatur. Dagegen ist die Größe der Berührungsfläche zwischen den Metallen selbst ohne merklichen Einfluss, und es ist vollkommen hinreichend, um das Maximum von Wirkung zu erhalten, wenn sich die Metalle gleichsam nur in einem Puncte berühren, also der feinste Metalldraht zwischen den Armaturen die Verbindung macht; d. auch die Art der Schliefsung der Kette äußert ihren Einfluss auf die Lebhaftigkeit der Zuckungen, die jedesmal stärker ausfallen, wenn die Metalle vorher mit den thierischen Theilen in

¹ C. H. Praff über thierische E. und Reizbarkeit 8. 25-31.

Verbindung gebracht werden, ehe sie sich selbst wechselseitig berühren und dadurch den Kreis schließen, als wenn der Kreis durch Application des einen oder andern Metalls, nachdem sie selbst schon in wechselseitige Berührung gebracht sind, an die thierischen Theile geschlossen wird. e. Vorzüglich hängt aber die Lebhaftigkeit der Zuckungen von der relativen Heterogeneität der Metalle und überhaupt der trockenen Erreger unter einander selbst ab, und es lässt sich das allgemeine Gesetz dasür ausstellen, das je weiter die Armaturen nach der Spannungsreihe von einander abstehen, desto lebhafter auch die Zuckungen unter sonst gleichen Umständen ausfallen. Vom Zinn bis zum Silber scheinen alle Metalle, die nach der Nr. 19. anfgestellten Spannungsreihe zwischen dieselben fallen, diese beiden Metalle selbst mit eingeschlossen, mit dem Zinke fast gleich stark zu wirken, so dass durch die Lebhaftigkeit der Zuckungen selbst ihr relativ größerer oder geringerer Abstand von diesem nicht wohl mit Sicherheit auszumitteln ist, und das Uebergewicht des Zinks hierbei ist so auffallend, dass es sogar, mit dem ihm am nächsten stehenden Blei zur Kette geschlossen, fast eben so stark wirkt als dieses mit dem am äußersten Ende der Reihe stehenden Graubraunsteinerz, so dass man diesem gemäs anzunehmen hätte, dass das Zink eine eben so starke el. Spannung mit dem Blei eingehe, als dieses mit dem Braunstein. Damit die Metalle, welche an den thierischen Theilen als Armaturen applicirt werden, ihre Wirkung hervorbringen, ist, wie aus allem bisherigen klar hervorgeht, unmittelbare metallische Berührung oder wenigstens eine Verbindung derselben unter einander durch Erreger der ersten Classe zur Vollendung des Kreises nothwendig, und diese Wirkung fallt sogleich weg, wenn die Verbindung durch irgend Erreger der zweiten Classe, 2.B. durch ein Stück Schwamm, nasses Papier, die nassen Finger des Experimentators vermittelt wird, es wäre denn, dass das Froschpräparat in höchst seltenen Fällen auf einer so hohen Stuse der Reizbarkeit sich besände, dass eine solche Kette durch die mit ihrer Schließung eintretende sehr geringe Action noch einen hinlänglichen Reiz ausüben könnte. Uebrigens macht es keinen Unterschied, von welcher Art auch die trockenen Erreger seyen, welche die Verbindung zwischen den metallischen Armaturen vermitteln, welche Art von Metalldrähten also zum leitenden Bogen gebraucht werden, die Zuckungen fallen immer

von gleicher Stärke aus, und man kann in beliebiger Ordnung und Abwechslung die verschiedensten Erreger der ersten Classe zwischen den beiden Armaturen interpoliren, der Erfolg bleibt unverändert derselbe, was eine nothwendige Folge des bereits oben im Nr. 23. aufgestellten allgemeinen Gesetzes ist, daß in einer Reihe von Erregern der ersten Classe der el. Spannungsunterschied der beiden Bndglieder stets derselbe bleibt, ob sie sich unmittelbar berühren, oder ihre Aufeinanderwirkung durch zwischenliegende Erreger derselben Classe in beliebiger Zahl und Ordnung vermittelt werde, dieser el. Spannungsunterschied es aber einzig ist, der die als Reiz wirkende galvanische Action bestimmt.

50. Ein sehr merkwürdiges Verhältnis in diesen Ketten aus zwei Metallen oder überhaupt aus zwei trockenen Erregernund thierischen Theilen ist noch der Einfluss der Vertheilung dieser Erreger und also namentlich der beiden Metalle als Nerven - und Muskelarmaturen auf das Entstehen, die Stärke und Art der Zuckungen nach Verschiedenheit der zwei Momente der Schliessung und Trennung der Kette. Bestimmen wir diese Vertheilung der Metalle in Beziehung auf die beiden entgegengesetzten Enden des Nerven, nämlich das Centralende oder seinen sogenannten Ursprung aus dem Rückenmarke und sein peripherisches Ende, und nennen wir von den beiden Metallen, zwischen welchen als Glied der Kette irgend ein Stück des Nerven eingeschlossen ist, sey es nun dieses Stück allein, oder seyen außer demselben auch noch die Muskeln oder eine anderweitige Reihe von feuchten Körpern, die vom Nerven und den Muskeln aus die Kette fortsetzen und an welche die Metalle applicirt werden, dasjenige Metall, nach dessen Seite hin das Centralende das näherliegende ist, so dass, wenn man von ihm aus den Kreis durch die feuchten Leiter verfolgt, man zu diesem Centralende früher als zum peripherischen Ende gelangt, die Nervenarmatur in Beziehung auf diesen bestimmten Nerven, und dasjenige, nach dessen Seite hin das peripherische Ende in dem Kreise näher liegt, die Muskelarmatur, wie z. B. dieser Bestimmung gemäß in Fig. 95 in der einen Vertheilung C in der andern dagegen Z* und eben so in Fig. 96 Z in Beziehung auf das Nervenstück a b. wenn dessen Reizung in Betracht zu ziehen wäre, dagegen in Beziehung auf das Nervenstück od, C die Nervenarmatur und so also auch in diesen 4 Fällen Z*, C*, C und Z die Muskel-

armatur seyn würden, so zeigt sich die merkwürdige Verschiedenheit, dass, wenn von irgend zwei Metallen das mit dem andem positiv elektrisch werdende als Nervenarmatur, das negativelektrische als Muskelarmatur gebraucht wird, die Zuckungen entweder nur im Augenblicke der Schliesaung der Kette und keine im Augenblicke der Trennung oder wenigstens die weit lebhafteren im Augenblicke der Schlieseung und die viel schwächeren im Augenblicke der Trennung, dagegen bei der entgegengesetzten Vertheilung, wenn nämlich das negative Metall die Nerven - das positive die Muskelarmatur bildet, die Zuckungen nur allein im Augenblicke der Trennung und keine im Augenblicke der Schliessung, oder wenigstens die viel lebhafteren im ersten, die viel schwächeren im zweiten Falle erfolgen. Weil der el. Gegensatz zwischen zwei Erregern der ersten Classe durch anderweitige Mittel, wie durch den Condensator und durch die Magnetnadel mit Hülfe des Multiplicators, ausgemittelt worden ist, hat sich auch, doch mit den sogleich näher zu bestimmenden Einschränkungen und Ausnahmen, jener Gegensatz als damit nach dem angegebenen Gesetze parallel laufend gezeigt, und man hat sich daher dieser galvanischen Reizversuche häufig bedient, um auszumitteln, welcher von zwei Erregern der ersten Classe der positive, welcher der negative sey (vgl. Nr. 15.). Hierbei nahm man stets denjenigen für den positiven, der als Nervenarmatur allein die Schliessungszuckung, oder wenigstens die stärkere, denjenigen für den negativen, der als Nervenarmatur allein oder wenigstens die stärkere Trennungssuckung gab, Indels konnte es denjenigen, die sich mit dergleichen Reizversuchen beschäftigten, nicht entgehen, dass sich mannigfaltige Anomalien in jenem Verhalten der Erreger zeigten, indem nicht selten beide Metalle sowohl das negative als auch das positive als Nervenarmatur angewandt, gleich starke Trenungs - und Schließungszuckungen zu geben scheinen, ja Fälle vokommen, in welchen das negative Metall als Nervenarmatur ganz gegen sein gewöhnliches Verhalten vielmehr die stärkeren, ja ausschließend nur die Zuckungen im Augenblicke der Schliesung und keine im Augenblicke der Trennung, das positive Metall als Nervenarmatur angewandt dagegen ausschließend nur Zuckungen im Augenblicke der Trennung und keine im Augenblicke der Schließung gab. RITTER, der wohl von allen Galvanisten die meisten Versuche dieser Art angestellt hat

glaubt den Grund dieser Anomalien in den verschiedenen Zuständen der Muskelerregbarkeit zu finden, und sucht dasjenige. was sich dem Gesetze als Ausnahme zu entziehen schien, von neuem einer festen und in ihrem weiteren Umfange noch höheren Regel zu unterwerfen 1. Er behauptete nämlich, dieses verschiedene und sogar entgegengesetzte Verhalten der nämlichen Vertheilung der beiden Armaturen bei verschiedenen Froschpräparaten beruhe auf zwei einander entgegengesetzten Zuständen der Erregbarkeit, und sey der Ausdruck und das Zeichen für Der eine Zustand, der A genannt werden kann, in welchem die Schliessungszuckung bei der negativen Bewaffnung des Nerven, und zwar nur diese allein, die Trennungszuckung dagegen bei der positiven Bewaffnung, und zwar nur diese allein erfolgt, ist ihm zufolge derjenige, in welchem die Erregbarkeit in dem ersten Zeitpuncte nach der Zubereitung des Thiers, wenn noch am meisten Leben in demselben sich vorfindet, angetroffen wird; er geht durch mehrere Mittelstufen in den entgegengesetzten Zustand, der E heißen mag, über, in welchem die negative Bewaffnung des Nerven, oder (wenn nämlich beide Metalle zugleich an den Nerven applicirt werden) seines dem Ursprunge näheren Endes die Zuckung nur im Augenblicke der Trennung, die positive Bewaffnung nur im Augenblicke der Schliessung giebt. Dieser zweite Zustand ist immer der letzte; mit ihm und in ihm erstirbt die Erregbarkeit überhaupt, er ist häufig derjenige, der bei schon abgestorbener Erregbarkeit, wenn nämlich die Zubereitung des Thiers zu langsam vorgenommen wird, oder bei geringerem Grade der Vitalität, wie bei kleineren Individuen, oder auch bei größeren im Herbste nach vollbrachter Begattung, allein noch angetroffen wird. Unter den verschiedenen Stufen, durch welche der erste Zustand A in den zweiten E übergeht, kann derjenige als der Mittelzustand angesehen werden, wo Schließungs - und Trennungszuckungen bei der negativen sowohl als positiven Bewaffnung des Nerven gleich stark sind, jenseits desselben, nach dem ersten, Zustande hin, zeigen sich bei der negativen Bewaffnung die stärkeren Schließungs -, bei der positiven Bewaffnung die stärkeren Trennungszuckungen und zwar an Stärke zuneh-

¹ Darstellung des Gegensatzes zwischen Flexoren und Extensoren u. s. w. in dessen Beiträgen zur näheren Kenntniss des Galvanismus 2ten Bandes S. 4. St. 8. 63. ff.

mend, je näher der Zustand der Erregbarkeit an den ersten an- / grenzt; diesseits desselben, nach dem zweiten Zustande E hin, werden bei der negativen Bewaffnung des Nerven die Schliessungszuckungen stets schwächer, die Trennungszuckungen immer stärker, erstere verschwinden endlich ganz, letztere bleiben allein, noch übrig; das Gegentheil zeigt sich bei der positiven Bewaffnung. In diesem letzten Zustande sind die Schliesungszuckungen, wenn man nämlich dieselben beider Metalle nimmt, und das einemal das positive, das anderemal das negative Metall als Nervenarmatur gebraucht, stärker als die Trennungszuckungen; diese kommen zuletzt gar nicht mehr zum Vorschein, wenn jene noch erregt werden können, in welchen also die letzten Spuren des Lebens sich noch verrathen. Diese verschiedenen Zustände von Erregbarkeit, denen wenigstens bei demselben Thiere eben so verschiedene Grade derselben parallel laufen, haben ihren Sitz in den Nerven selbt, und zwar erfolgt das Absterben der Erregbarkeit in dem Nerven von seinem Centralende aus, so dass dieselbe, so wie sie überhaupt abnimmt, auch allmälig von dem ersten Zustande in den zweiten übergeht, und der Nerv einer irgend einige Zeit außer Zusammenhang mit dem übrigen Körper befindlich gewesenen Extremität in seiner ganzen Länge gleichsam eine Scala der Erregbarkeiten darstellt, deren dermaliges Maximum, das eben damit auch dem ersten Zustande am nächsten liegt, und wohl gar dieser selbst seyn kann, in der peripherischen Ausbreitung der Nerven, und das dermalige Minimum, das als solches dem zweiten Zustande näher liegt, oder wohl gar dieser selbst ist, am Hirnende und alle Mittelgrade und Mittelzustände in regelmälsiger Folge und Vertheilung zwischen diesen beiden Enden sich befinden. Der jedesmalige Zustand der Erregbarkeit selbst, der sich im Versuche zeigt, ist gleichsam das Mittel aller dieser verschiedenen Zustände und Stufen, die der ganze Nerv, oder das Stück, welches gerade in die Kette genommen wird, besitzt; und je nachdem man ein längeres oder kürzeres Stück näher dem Hirnende oder näher dem peripherischen Ende, indem man diesen aus den Muskeln, von denen er umhüllt ist, lospräparirt, in die Kette aufnimmt, je nachdem wird auch der . . Ausfall des Versuchs verschieden seyn. Dieser Gegensatz zwischen den Zuständen der Erregbarkeit soll sich nach RITTER bei näherer Ansicht der Versuche als ein wahrer Gegensatz

zwischen der Erregbarkeit der Flexoren und Extensoren ausweisen. In der Dauer des ersten Zeitpunctes, den wir oben mit A bezeichnet haben, soll bloss die Erregbarkeit der Flexoren in Anspruch genommen werden, die Zuckungen in Beugung der Gliedmassen bestehen, und der den Flexoren angemessene Reiz nur derjenige seyn, der mit der Schliesung der einen und mit der Trennung der andern Kette gegeben ist, welchen wir den nagativen Reiz nennen können, und der nach Volta's Theorie, welche die Circulation bloss einer el. Materievin der geschlossenen Kette annimmt, in einem in den Nerven von dem peripherischen nach dem Centralende aufwärtsgehenden Strome Ist der Zustand A durch die verschiedenen bestehen würde. Mittelstände endlich in den Zustand E übergegangen, so sollen dann nur noch allein die Extensoren reagiren, und der ihnen angemessene, von dem ersteren durch den Namen des positiven zu unterscheidende, nach Volta's Theorie von dem abwärts gehenden Strome abhängige Reiz mit der Schliessung der Kette bei umgekehrter Vertheilung der Metalle eintreten, und die Zuckung in reiner Streckung oder Ausdehnung der Gliedmassen bestehen. Auf den Mittelstufen sollen Zuckungen sowohl der Extensoren als auch der Flexoren erregt werden können. Die Flexoren-Erregbarkeit soll zuerst erlöschen, aus der Extensoren-Erregbarkeit' die letzten Reactionen des Lebens hervorgehen, Diese beiden Erregbarkeiten sollen in sich selbst keiner Veränderung der Art nach fähig seyn, sondern einzig dem Grade nach Modificationen erleiden; hestige galv. Reize zerstören zuerst die Erregbarkeit der Flexoren, und verwandeln den ersten Zustand A mehr oder weniger schnell in den Zustand E. Daher ist zur Darstellung des ersten Zustandes die Anwendung der schwächeren galv. Reize, folglich schwacher Metalldifferenzen am angemessensten, wenn überhaupt ein hinlänglich hoher Grad von Erregbarkeit noch vorhanden ist. Eben wegen ihrer früher eintretenden Erschöpfbarkeit nennt Ritten diese Art der Erregbarkeit auch die beschränkte, 'bedingte, endliche, die Extensoren-Erregbarkeit hingegen die unbeschränkte, unbedingte, unendliche, weil sie keiner Erschöpfung (!) fähig ist, und es nur auf die Zunahme des Reizes ankommt, um immer wieder neue Erregung mit derselben hervorzubringen.

Ich habe bereits in einer Kritik der Abhandlung, in welcher RITTER die hier mitgetheilten Resultate aufgestellt

hat1, mehrere Versuche angeführt, welche diesen Resultaten zu widersprechen scheinen, und seitdem durch neue Erfahrungen mich überzeugt, dass hierbei noch manche andere von RITTER nicht beschtete Umstände mitwirken, die nicht unter die von ihm aufgestellten, allerdings sehr einfachen, Gesetze zu bringen sind. Zwar habe ich es im Allgemeinen bestätigt gefunden, dass auf den sehr hohen, jedoch nicht hänfig vorkommenden, Stufen der Erregbarkeit die Vertheilung der Metalle an Nerven und Muskeln gerade die entgegengesetzte Wirkung außert, wie auf den niedrigeren Stufen, dass nämlich bei der negativen Bewaffnung des Nerven mit der Schliessung der Kette, bei der positiven Bewaffnung desselben dagegen mit der Trennung der Kette die lebhafteren Zuckungen oder wohl gar ausschliesslich eintreten, während auf dem gewöhnlichen Stande der Erregbarkeit bei der ersten Art der Vertheilung vielmehr die Oeffnung der Kette allein oder doch die lebhafteren Zusammenziehungen giebt; doch schien mir dieses verschiedene Verhalten nicht allein von den verschiedenen Zuständen der Erregbarkeit, sondern auch von der Folge und Dauer in welcher der galvanische Reiz selbst angewandt wird, abzuhängen, und zwar nach dem Gesetze, dass wenn ein bestimmter Reiz eine Zeit lang auf Miskeln eingewirkt hatte, dadurch die Erregbarkeit für diesen Reiz abgestumpft, und für den entgegengesetzten erhöht wurde. Nennen wir bei der Bewalfnung des Nerven mit dem negativen Metalle, der Muskeln mit dem positiven Metalle, den Reiz, welcher mit der Schliessung einer Kette eintritt, den negativen, und denjenigen, welcher mit der Oeffnung der Kette eintritt, den positiven, so wird zwar auf der ersten Stufe der Reizbarkeit im ersten Augenblicke nur jener Zuckungen hervorbringen, dieser nicht; bleibt aber die Kette, bei negativer Bewaffnung des Nerven, nur eine kurze Zeit geschlossen, so werden unfehlbar die hestigsten Zuckungen im Augenblicke der Trennung eintreten, d.h. der positive Reiz wird sich nun auch sehr wirksam beweisen. Merkwürdig ist es hierbei, dass diese Erhöhung der Reizbarkeit für den entgegengesetzten Reiz nicht auf gleiche Weise

¹ Ueber und gegen den von Ritten in dem Sten und 4teu Stücke des 2ten Bandes seiner Beiträge zur näheren Kenntniss des Galvanismus aufgestellten Gegensatz zwischen Flexoren und Extensoren Merd. Archiv N. XII. 3.

für den negativen Reiz durch vorhergegangene fortdauernde Einwirkung des positiven Reizes gilt. Bei der positiven Armatur des Nerven, und der negativen der Muskeln in einem solchen Zustande der Reizbarkeit, dass die lebhastesten Zuckungen im Augenblicke der Schliessung und keine oder nur höchst schwache im Augenblicke der Trennung erfolgen, zeigt sich, wenn die erste Kette einige Zeit hindurch geschlossen gehalten wurde, keine stärkere Zuckung im Augenblicke der Trennung wie zuvor, oder mit anderen Worten; die Empfänglichkeit für den negativen Reiz scheint nicht zugenommen zu haben. Indels erklärt sich diese Verschiedenheit einigermaßen dadurch, dass in dem Zeitpuncte, wo bei der positiven Bewaffnung des Nérven die Schließungszuckung die stärkere oder alleinige ist, die Reizbarkeit überhaupt schon mehr gesunken ist, und der fortdauernd einwirkende positive Reiz als der überhaupt stärkere die Reizbarkeit noch ferner deprimirt, wovon das Nähere in der nächsten Nr. folgen wird.

Was nun aber die specifische Beziehung jener Reize auf die Flexoren und Extensoren betrifft, so widersprechen meine Versuche noch viel bestimmter den Behauptungen RITTER's, wenn gleich auch in dieser Hinsicht noch einige Dunkelheiten obwalten. Darin stimmen zwar meine Erfahrungen mit denen jenes Gelehrten überein, dass die Einwirkung des galvanischen Reizes auf die Flexoren nur auf der ersten und höchsten Stufe der Reizbarkeit statt findet, dass diese gewöhnlich schnell verschwindet, und die Reizbarkeit der Extensoren nach sehr kurzer Zeit das Uebergewicht erhält, weswegen es dann auch nur selten gelingt, in den Froschpräparaten Phänomene der Flexion wahrzunehmen, sondern beinahe in allen Fällen die Zuckungen auf gewaltsame Streckung und Verlängerung der absichtlich gebogenen Gliedmassen zur geraden Linie durch die Thätigkeit der Extension hinwirken. Dagegen widersprechen meine Erfahrungen durchaus der Behauptung RITTER's, als wenn die Flexoren nur durch die eine Art des galvanischen Reizes, nämlich durch den negativen, die Extensoren dagegen nur durch den positiven in Thätigkeit gesetzt würden. Auch auf der höchsten Stufe der Erregbarkeit fand ich, wenn bei der negativen Bewaffnung des Nerven blos im Augenblicke der Schliessung, bei der positiven blos im Augenblicke der Trennung die Zuckungen eintraten, wo nach RITTER bloss die Flexoren in Thätigkeit gesetzt

werden sollten, in den allermeisten Fällen blos heftige Ausstreckung der Gliedmassen durch Zusammenziehung der Extensoren, und in den wenigen Fällen, in denen ich eine deutliche Beugung der Gliedmalsen durch die Wirkung der Flexoren beobachtete, schien die Art des Reizes selbst keinen Antheil daran zu haben. Die hintern Extremitäten eines Frosches, welche nach allen Erscheinungen einen sehr hohen Grad von Erregbarkeit zeigten, indem schon durch das Herabfallen des Nerven mit dem daran hängenden Stückchen des Rückgrats auf eine Zinkplatte sich die heftigsten Zuckungen erregen ließen, und in welchen bei negativer Bewaffnung des Nerven die Zuckungen nur im Augenblicke der Schließung eintraten, wurden in eine solthe geschlossent Kette gebracht. Bei der Oeffnung derselben zeigte sich der hestigste Tetanus der Flexoren, die den Schenkel aufwärts zurückzogen und die deutlichste Beugung verursichten. Die Kette wurde wieder geschlossen, nun trat vielmehr die bestimmteste Extension, heftige Ausstreckung der Gliedmassen ein, und als die Metalle abermals nach einem kurzen Zwischenraume von einander getrennt wurden, erfolgte die bestimmteste Flexion, indem die tibia an den Schenkel hinge-20gen und beide aufwärts bewegt wurden. Bei einem andern Frosche, bei welchem der Nerv mit Kupfer, die Muskeln mit Zinn bewaffnet waren, zeigten sich im Augenblicke der Schliebung Zuckungen, die eine sehr bestimmte Ausdehnung und Streckung der Gliedmassen verursachten, im Augenblicke der Trennung wirkten dagegen die Zuckungen deutlich auf Flexion, md insbesondere zeigten sich in den innern Muskeln, den Adductoribus, deutliche Zusammenziehungen, welche den Schenkel aufwärts zogen. Nicht selten habe ich im Laufe der Versiche das Verhältnis der Reizbarkeit gegen denselben Reiz sich verändern gesehen, so dass der negative Reiz als der stärkere wirkte, dann seine Wirksamkeit verlor, und nachdem ich den positiven Reiz eine Zeitlang hatte einwirken lassen, von neuem wirksam wurde. Es gilt übrigens auch für alle übrigen Ketten, selbst diejenigen, welche bloss aus thierischen Theilen gebildet sind, dass bei einer gewissen Vertheilung der Kettenglieder die Schließungs-, bei einer andern die Trennungs-Zuckungen die stärkeren sind, ohne allen Zweifel nach dentelben Gesetzen, nach welchen sich das Verhalten der in dieser Nr. betrachteten Ketten aus zwei Metallen richtet.

51. Die geschlossenen galvanischen Ketten, in welche muskulöse Organe eingehen, zeigen in den meisten Fällen, besonders auf den niedrigeren Stufen der Erregbarkeit, eine so vollkommene Ruhe, dass man dadurch in der ersten Epoche des Galvanismus verführt wurde anzunehmen, daß die eigentliche galvanische Action nur auf den Augenblick der Schließung und Trennung der Kette eingeschränkt sey, während des Geschlossenseyns aber ein gewisser Zustand von Gleichgewicht eintrete. RITTER hat zuerst den vollständigen Beweis geliefert, dass auch während des Geschlossenseyns der Kette eine fortdauernde Action statt findet, die sich durch höchst auffallende Modificationen der Reizbarkeit kund thut, und ich habe im Wesentlichen die von ihm aufgestellten Resultate durch oft wiederholte Versuche vollkommen bestätigt gefunden. Nach Verschiedenbeit der Vertheilung der beiden Metalle an die Muskeln und Nerven wirken nämlich die geschlossenen Ketten entweder deprimirend oder exaltirend auf die Reizbarkeit. Bringt man ein Froschpräparat in eine geschlossene Kette, wo das positive Metall. also z. B. Zink, die Nervenarmatur, das negative Metall, also z. B. Kupfer, die Muskelarmatur bildet, und befindet sich die Erregbarkeit bereits auf derjenigen Stufe, dass die stärkste oder alleinige Zuckung im Augenblicke der Schließung erfolgt. so-scheint zwar nach geschehener Schliessung und augenblicklicher Zuckung alles in Ruhe gekommen zu seyn, läßt man aber die Kette eine Zeitlang geschlossen, so zeigt die Froschextremität, verglichen mit einer andern, die ihrem natürlichen Absterben überlassen war, eine auffallende Verminderung der Reizbarkeit, die um so stärker ist, je länger das Präparat in der geschlossenen Kette gehalten wurde, und meistens kann man selbst die krästigste Reizbarkeit durch Verweilen des Froschschenkels auch nur eine Viertelstunde hindurch in einer solchen geschlossenen Kette so weit herabstimmen, dass auch die stärksten Reize nicht weiter mehr darauf einwirken. Einen ganz entgegengesetzten Effect zeigt die entgegengesetzte Kette, wenn nämlich das negative Metall, z. B. Kupfer, an den Nerven, das positive, z. B. Zink, an die Muskeln angebracht ist, und die Erregbarkeit sich gleichfalls auf derjenigen Stufe besindet, dass die alleinige, oder wenigstens die stärkere Zuckung nicht im Augenblicke der Schliessung, sondern der Trennung eintritt. Schliesst man in diesem Falle die Kette, so verändert sich, dem

äußern Anscheine nach, gar nichts, hält man aber die Extremität einige Zeitlang in einer solchen geschlossenen Kette, so geht dieselbe aus der Kette mit einer außerordentlich erhöhten Reizbarkeit hervor, so dass im Augenblicke der Oeffnung die Muskeln in den stärksten Tetanus gerathen, der nicht selten einige Secunden, ja wohl gar eine ganze Minute hindurch fortdanert. Man kann durch eine solche geschlossene exaltirende Kette Muskeln, die ganz reizlos geworden waren, gleichsam zu senem Leben wieder erwecken, und zwar wiederholt, indem man die deprimirende und exaltirende geschlossene Kette mehrmals mit einander abwechseln lässt. Ich habe mich durch viele Versuche überzeugt, dass eine solche exaltirende Kette nicht blos ein Erhöhungs-, sondern selbst ein Erhaltungsmittel der Reizbarkeit ist, indem Extremitäten, die in solchen Ketten eingeschlossen bleiben, ihre Reizbarkeit länger behalten, als solche, die sich selbst überlassen sind. Es ist hierbei merkwürdig, dass gerade die Abwechselung deprimirender und exaltirender Kettenschließungen die Wirksamkeit letzterer noch zu verstärken scheint. So hatte in einem meiner Versuche eine Froschextremität, die in einer geschlossenen exaltirenden Kette aus Silber und Zink längere Zeit gehalten worden war, ihre Reizbarkeit doch endlich so weit verloren, dass beim Oeffnen keine Zuckungen weiter entstanden. Als der Nerv darauf mit Zink, die Muskeln mit Silber bewaffnet wurden, zeigten sich bei der Schliessung der Kette noch merkliche Zuckungen, und auch im Augenblicke der Trennung. In dieser geschlossenen Kette wurde die Extremität eine Zeitlang erhalten, dann die Vertheilung der Metalle umgekehrt und die vorige exaltirende Kette wieder hergestellt, die dann schon nach einigen Minuten ihre gewöhnliche Wirksamkeit wieder zeigte, indem bei der Oeffnung der Kette die Muskeln in den stärksten Tetanus geriethen. Diesen Erfolg habe ich mehrmals beobachtet. Es ist ein überraschendes Phinomen, wie diese heftigen tetanischen Krämpfe, die die stärkste Ausspannung der Schwimmhaut, und Ausstreckung der Gliedmassen zur Folge haben, und die, wie bereits bemerkt ist, mehrere Secunden hindurch fortdauern, im Augenblicke der Schließung aufhören, und die Muskeln in Erschlaffung zurücksinken, so dass also die Schliessung, statt eine neue Action hervorzubringen, vielmehr die vorhandene aufhebt und einen Ruhestand bewirkt.

RITTER In Uebereinstimmung mit seiner Theorie der Flexoren - und Extensoren - Erregbarkeit behauptet, dass jene geschlossenen exaltirenden und deprimirenden Ketten auf jener höchsten Stufe der Erregbarkeit A, auf welcher sich alles auf eine entgegengesetzte Weise wie auf der Stufe E verhalten soll, gerade die entgegengesetzte Wirkung außern, dass namlich die exaltirende Kette hier vielmehr als eine deprimirende. die deprimirende als eine exaltirende wirke. Da auf jener höchsten Stufe die negative Bewaffnung des Nerven die Schliesungszuckung, auf der niedrigeren Stufe dagegen die Treupungszuckung, die positive Bewaffnung in jenem Zustande die Trennungs - in diesem die Schliessungszuckung geben, so würde daraus folgen, dass überhaupt diejenige Kette, die durch ihre Schliessung reizend wirkt, in jedem Falle als geschlossene deprimirend, diejenige, die im Augenblicke der Trennung den Reiz ausübt, als geschlossene jedesmal exaltirend wirke. ist sehr schwer, die Richtigkeit dieser Behauptung zu constatiren, da jene höheren Zustände der Erregbarkeit, in welcher bei der negativen Bewaffnung des Nerven bloss Schließungszuckungen, bei der positiven bloss Trennungszuckungen eintreten, sehr selten vorkommen. Meine eigenen Versuche gaben mir als Resultat, dass wenn auf der höchsten Stufe der Erregbarkeit der Froschschenkel eine Zeitlang in einer geschlossenen galvanischen Kette gehalten wird, die auf der niedrigeren Stufe der Erregbarkeit als eine bestimmt exaltirende wirkt, die Exaltation wenigstens nicht so merklich ist, und sich auch nicht durch jene auffallenden Phänomene zu erkennen giebt, und umgekehrt die auf der niedrigeren Stufe der Erregbarkeit bestimmt deprimirende, auf der höchsten Stuse keinen solchen Einfluss merklich äußert. So wurden, um von mehreren nur einen Versuch anzusühren, bei einer schnell präparirten Froschextremität der Nerv mit Silber, die Muskeln mit Zink bewaffnet. Blos im Augenblicke der Schliessung erfolgten Zuckungen, keine im Augenblicke der Trennung; die Kette wurde eine Viertelstunde hindurch geschlossen gehalten; es zeigten sich im Augenblicke der Trennung nur höchst schwache Zuckungen, pach einem Zwischenraume von einer halben Stunde Ruhe; wo bereits im Augenblicke der Trennung dieser Kette sich die lebhafteren Zuckungen zeigten, wurde dieselbe exaltirende Kette abermals versucht und nur einige Minuten geschlossen gehalten;

es offenbarte sich die außerordentliche Höhe der Erregbarkeit durch den heftigsten Tetanus im Augenblicke der Trennung, und diese erhöhende Wirkung ließ sich anderthalb Stunden hindurch stets von neuem hervorbringen, wenn die Extremität in Zwischenzeiten der Ruhe überlassen war. Wenn umgekehrt ein solches sehr erregbares Froschpraparat in eine auf der niedrigen Stufe der Erregbarkeit bestimmt deprimirende Kette mit positiver Nervenarmatur gebracht, die jetzt im Augenblicke der Schliefsung keine oder nur eine höchst schwache Zuckung erregte, und in dieser geschlossenen Kette einige Minuten gehalten wurde, so traten nun vielmehr im Augenblicke der Trennung heftige Zuckungen ein, doch verlor sich diese Wirkung bald, und der gewöhnliche deprimirende Einslus kam zum Vorschein. Man kann diesen Versuch auch unter das oben aufgestellte Gesetz bringen, dals die fortdauernde Einwirkung des einen, hier des positiven, Reizes die Muskeln für den entgegengesetzten, hier den negativen, empfänglicher mache, indels gilt dieses für diese beiden Reize in der angegebenen Weise nur auf den höchsten Stufen der Erregbarkeit, auf den niedrigeren hingegen nicht, dagegen wohl in der umgekehrten Ordnung.

Noch mehrere andere Erscheinungen als die angegebenen Modificationen der Erregbarkeit, beweisen die fortdauernde Action einer geschlossenen Kette. RITTER hat an verschiedenen Orten 1 Versuche dieser Art bekannt gemacht, deren genauere Angabe hier ganz überslüssig seyn würde, da diese Thatsache von so vielen andern Seiten her unerschütterlich fest begründet ist. Im Wesentlichen laufen diese Versuche darauf . hinaus, dals beim fortdauernden Geschlossenseyn wirksamer galvanischer Ketten, wenn sich keine Zuckungen zeigen, und alles zur Ruhe gekommen zu seyn scheint, diese Zuckungen wieder mehr oder weniger lebhaft zum Vorschein kommen, wenn von irgend einem Puncte der Kette aus zu einem andern (doch mit der nähern Bestimmung, dass diese zwei Puncte nicht an einem und demselben Kettengliede, aus der ersten Classe genommen werden) eine neue leitende Verbindung durch einen trockenen oder feuchten Leiter der E. gemacht wird. Da die Einführung eines solchen Nebengliedes ohne Wirkung bleibt, wenn die geschlossene Kette an und für sich eine un-

¹ Beweis u. s. w. 8. 104 ff. Beiträge II. 217.

wirksame ist, so ergiebt sich schon hieraus, dass diese Wirkung der neu in die Kette gebrachten Zu - oder Ableitung sich auf eine Action in der geschlossenen Kette selbst beziehen muls, und nicht etwa für sich selbst eine Action hervorrufe, die dann als ein neuer Reiz wirken könnte. Noch ferner erhellet diese Beziehung auf eine in der geschlossenen Kette selbst fortdauernde Action daraus, dass dieselbe Zu - oder Ableitung eine um so stärkere Wirkung ausübt, d. h. eine um so stärkere und länger dauernde, Zusammenziehung erregt, je wirksamer die Kette an und für sich in ihrer Schliefsung oder Trennung sich beweist, vorzüglich aber daraus, dass selbst ein einzelnes Glied einer solchen geschlossenen Kette allein dadurch eine Reizung ausübt, wenn. dasselbe in irgend einem Puncte in eine neue Berührung mit sich Fig. selbst gebracht wird, wozu besonders die, durch die hierher 97, gehörigen Figuren angedeuteten, Versuche interessante Belege 98 geben, in denen durch Umbiegung und Umschlingung der 99. Nerv, der sich bereits in der Kette befindet, in eine neue Berührung mit sich selbst gebracht wird, und in dem Augenblicke, dass durch die neue Schliessung eine Zu - oder Ableitung in die Kette eintritt, auch eine Zuckung zum Vorschein kommt.

In einzelnen Fällen thut sich die fortdauernde Action der Kette auch durch anhaltende Zuckungen während des Geschlossenseyns der Kette kund, besonders bei sehr reizbaren großen Individuen, wenn der Nerv positiv bewaffnet ist, ohne daß etwa schnell vorübergehende Trennungen und darauf wieder eintretende Schließungen dabei im Spiele wären.

Aehnliche Versuche, wie an Froschpräparaten, wurden auch an Thieren aus allen übrigen Classen und zwar mit demselben Erfolge, so weit das Gebiet der Muskelreizbarkeit sich erstreckt, angestellt 1.

52. Von den bisher beschriebenen galvanischen Erscheinungen thierischer Ketten weichen, was die Bedingungen ihrer Entstehung betrifft, einige Erscheinungen ab, die sich bei der häufigen Anstellung solcher Versuche von Zeit zu Zeit dargeboten haben. Dahin gehören namentlich die Versuche v. Humboldt's über die Erregung von Zuckungen ohne eigentliche Kettenschließung und Ritten's pseudogalvanische Versuche.

¹ Vergl. C. H. Prays über thier. El. und Reizharkeit S. 112 ff. v. Humbold an verschiedenen Orten seiner angezeigten Schrift.

v. HUMBOLDT hatte den Cruralnerven eines sehr lebhaften Fro-Fig. sches präparirt und ihn mit Zink armirt. Er wollte diese Ner-100. venarmatur M und den Schenkel mittelst einer andern Zinkstange N vereinen, aber kaum waren die beiden Metalle in Berührung, ohne dass auch N sich nur den Muskeln oder dem Nerven näherte, so erfolgten schon heftige Zusammenziehungen. Dieser Versuch glückte eine gute Viertelstunde lang. Es war. hierbei gleichgültig, in welchem Puncte M durch N berührt wurde; der Versuch glückte auch, N mochte mit der Hand oder mittelst eines Griffes von Siegellack gehalten werden. Der Versuch wurde so abgeändert, dass M mittelst eines dreizolligen eisemen Drahtes mit einer andern Zinkstange P verbunden, und ann diese allein von N berührt wurde, und augenblicklich entstanden lebhafte Zuckungen, die sich nach jeder Trennung und Wiederberührung erneuerten 1. Dass nicht die Erschütterung von M durch N die Zunkungen hervorrief, bewiesen die Gegenversuche, dass die hestigsten Schläge mit Glas, Elsenbein, Knochen, trockenem Ebenholz und Hornstein (sämmtlich Isolatoren oder doch sehr schlechte Leiter) keinen Reiz hervorbrachten. Um jede auch noch so verborgene Zuleitung zwischen Nund dem Cruralnerven oder Froschschenkel zu verhüten. wodurch dieser Versuch wieder unter das gewöhnliche Gesetz einer geschlossenen Kette gefallen wäre, schob v. Humbolden sine Glasplatte unter das Zink und eine zweite unter den Schenkel. Indem er nun Zink auf Zink fallen liefs, hielt eine zweite ganz isolirte Person die Glasplatten sammt dem Schenkel in der Luft in die Höhe. Die Muskularbewegungen schienen nun nur noch convulsivischer zu werden. Durch anderweitige Abanderang worde die Möglichkeit einer solchen Verbindung noch ferner beseitigt. Merkwürdig war endlich noch der Versuch, Fig. dals als von zwei Schenkeln, an welchen dergleichen Versuche 101 mit Erfolg angestellt worden waren, der eine Schenkel a an Erregbarkeit abgenommen hette, und nun auf diese Weise ungereizt blieb, während das entsernte Metall N durch die erschütternde Berührung von M noch mächtig auf den Nerven b wirkte, auch für a der Reiz augenblicklich wieder bergestellt wurde, als a und b durch eine Zinkstange verbunden waren.

Das Resultat dieser und ähnlicher Versuche war, dass die

¹ a. a. O. S. 44 ff.

Reizung vorhanden ist, wenn nur die Bedingung statt findet, dass das Metall, auf welchem der Nerv ruht, von einem andern ihm homogenen oder heterogenen Metalle erschütternd berührt wird. Doch scheint diese Erschütterung hierbei nur insefern bedingt zu seyn, dass dadurch eine schnelle und innige Berührung zwischen den Metallstücken vermittelt wird, wie denn auch v. Humboldt 1 eine Erfahrung des Dr. Keutsch anführt, wo durch blolse Berührung einer Zinkarmatur, auf welcher der lange heraus präparirte Ischiadnerv lag, mit einer Silbermünze in dem Schenkel die heftigsten und anhaltendsten Zuckungen entstanden. Alle diese Versuche beweisen nur die ansserordentliche Empfindlichkeit solcher Froschpräparate für den schwächsten elektrischen Reis, der auch schon dann eintritt, wenn micht gerade eine Kette geschlossen, sondern nur ein neues Glied zu der nach dem Schema der Lime geordneten Reihe der Körper hinzugestigt wird, wie weiter unten in der Theorie näher nachgewiesen werden soll.

Von anderer Art sind RITTER's pseudogalvanische Versuche², nach welchen die Erscheinungen vielmehr an den Augenblick der Schließung und Trennung einer Kette gebunden sind, oder von einer Action abhängen, die sich insofern von der ächten galvanischen Action unterscheidet, dass jone auf den Augenblick der Schließung und Trennung selbst eingeschränkt bleibt und wesentlich an diesen gebunden ist, während die eigentliche galvanische Action die der geschlossenen Kette selbst ist, und fortdauert, ad lange diese geschlessen bleibt. Wesentliche dieser pseudogalvanischen Versuche besteht nämlich darin, dass auch in Fällen, wo die Ketten an und für sich ganz unwirksam sind, wenn sie als geschlossen betrachtet werden, doch eine Action eintritt, wenn die Ketten so geschlossen werden, dass an der Stelle der Schließung heterogene Glieder mit einander in Berührung kommen, welche Action sich eben durch die in diesem Augenblicke eintretende Zuckung kund thut, während diese Action nicht statt findet, wenn die Schliesung an zwei mit einander homogenen oder beinahe homogenen Stellen geschieht. Nie beobachtete Ritten Zuckungen, auch bei höchster Erregharkeit, sobald, nachdem x oder y schon auf

¹ In demselben Werke S. 487.

² Gehler's Journ. Vi. 431.

dem Zink z oder den Tropfen Wasser auf ihm auflag, y oder Fig. x mit der Feuchtigkeit an ihnen abermals bloß mit einem Tro-102. pfen Wasser, oder einer noch so dünnen Schicht Feuchtigkeit auf dem Zink in Berührung kam, also das Zink an einer nassen Stelle herührt wurde, stets aber nahm er sie wahr, sobald sich das Wasser oder die Feuchtigkeit w blos am Nerven, an y oder x befand; das Zink also an einer trockenen Stelle berührt wurde, Fig. Stets war also Zuckung vorhanden, wenn mit w (dem Wasser-108. propsen) und z geschlossen wurde, nie aber bei der Schließung Fig. mit w und n (Wasser und Nerv), wo das Ende n wegen seiner 104. Feuchtigkeit einigermaßen als homogen mit w gelten konnte, In den meisten Fällen zuckte nur derjenige Schenkel, dessen Nerv so eben die Kette durch Berührung des Metalls an der trockenen Stelle geschlossen hatte (also z. B. b in Fig. 103.). doch zeigten sich hierin auch einige, jedoch seltene, Abweichungen, so dass bisweilen der Schenkel a allein oder am stärksten zuckte. ohne dass der Grund davon aufzufinden war. Auch kehrte sich das Verhalten beider Schenkel während der Dauer der Versuche bisweilen um, so dals wenn erst b, mit dessen nassem Nerven geschlossen wurde, die lebhafteste Zuckung oder auch allein gegeben hatte, später a sich so verhielt. Diese Art von Kettenschließung war auch dann noch wirksam, wenn bereits eine gewöhnliche Kette aus Zinn oder Zink ohne Effect sich zeigte. Auch andere ähnliche Ketten, sobald die Schließung derselben mit homogenen Gliedern statt findet, sind ohne Wirkung, die aber sogleich eintritt, wenn die Schliefsung mit heterogenen Gliedern geschieht. Niemals erfolgt eine Zuckung, wenn man im Kreise von Ketten, die in zwei gleiche und ähnliche Halften getheilt werden konnen, irgend ein Glied in zwei Theile theilt, oder statt des einen zwei ganz von derselben Art anwendet und mit ihnen die Kette schliesst, wie z. B. wenn man je- Fig. des die Nerven armirende z mit einem Tropfen oder mit einer 105. Strecke von Wasser w'versieht und beide w durch ein drittes w, einen dritten Tropfen Wasser u. s. w. verbindet, dagegen wird die Zuckung eintreten, wenn man den einen Tropfen entfernt und die Schließung an der trockenen Stelle des Zinks mit dem andern Tropfen geschieht. Diese und viele ähnliche Ketten sind zwar, sofern sie geschlossen sind, als unwirksame zu betrachten, sie äußern auch weder eine exaltirende noch deprimirende Wirkung auf die Erregbarkeit, und doch ist mit dem

Acte ihrer Schliefsung eine Thätigkeit gegeben, die durch das galvanische Verhalten der Kettenglieder auf einander zwar bedingt, aber doch von der während des Geschlossenseyns der Ketten fortdauernden Action ganz verschieden ist. Ich gestehe, dass es mir selbst nie gelungen ist, unter den angegebenen Umständen Zuckungen zu erhalten, dagegen erfolgten bei nicht zu sehr gesunkener Erregbarkeit jedesmal lebhafte Zusammenziehungen, wenn der Nerv schon an einer Stelle mit dem Metalle in Berührung war, und an einer andern Stelle mit einem Wassertropsen, der auf demselben Metalle sich befand, die Kette geschlossen wurde, in welchem Falle die Heterogeneität zwischen der natürlichen Feuchtigkeit des Nerven und dem Wasser schon hinreichend war, eine wirksame Kette zu geben, deren Wirksamkeit dann aber nicht bloß auf den Act der Schließung eingeschränkt war; wie denn auch diese Kette als keine solche zu hetrachten ist, die in zwei gleiche und ahnliche Hälften getheilt werden kann. Besonders gelangen diese Versuche bei Anwendung des Quecksilbers.

Was übrigens das von RITTER aufgestellte Erklärungsprincip für eine bloß auf den Augenblick der Schließung eingeschränkte Action, die nach dieser Schließung aufhören soll, betrifft, so werde ich in der Theorie darauf zurückkommen, doch mag hier die vorläufige Bemerkung gelten, daß auch diese sogenannten pseudogalvanischen Versuche unter die Kategorie ächter galvanischer, von wirksamen geschlossenen Ketten abhängiger, gebracht werden können, wenn man erwägt, dals zwischen den beiden durch Figur 104 und 105 dargestellten Versuche, wovon der erstere positiv, der zweite negativ ausfällt, der nicht wesentliche Unterschied statt findet, dass in jenem die vor der Schließung mit dem Wassertropfen befeuchtete Stelle des Zinks bereits eine leichte Oxydation erlitten haben konnte, wodurch das Zink gleichsam mit dem Werthe eines doppelten Metalls, eines schwach oxydirten und eines noch vollkommen reinen metallischen Zinks auftritt, und demnach die Kette unter die Kategorie solcher fällt, die nicht in zwei gleiche und ähnliche Hälften getheilt werden können, während in dem zweiten Falle beide Stellen sich gleichmäßig oxydiren konnten und mussten, womit denn wieder eine Gleichheit beider Hälften der Kette eintrat.

54. Die galvanische Action äußert sich nicht bloß als ein

wirksemer Reiz für die Nerven, welche zu den Muskeln gehen, sondern überhanpt für alle Nerven, und bringt dadurch Erscheinungen hervor, welche der eigenthümlichen Thätigkeit dieser Nerven und dem specifischen Reize selbst, welchen diese Action ausübt, gemäß sind. Die merkwürdigsten Erscheinungen dieser Art sind die eigenthümlichen Empfindungen, welche dieser Reiz durch die Einwirkung auf die Nerven, sofern ihnen die Function der Empfindung übertragen ist, und also insbesondere auf die Nerven der verschiedenen Sinnenorgane ausübt. Im Allgemeinen gelten hierbei dieselben Gesetze, welche wir für die Erscheinung, Stärke, Art und Dauer der Zuckungen. so weit sie durch die verschiedenen Arten der Ketten bestimmt werden, aufgestellt haben, nur dass die Versuche hier nicht dieselben bequemen Abanderungen zur Begrindung dieser Gesetze in ihrem ganzen Umfange zulessen, weil die Empfindungen in jenen Organen sich nur unter der Bedingung, daß sie mit dem Ganzen noch in ihrem organischen Zusammenhange. stehen, erregen lassen. Diese Empfindungen sind nämlich eben so wie die Zuckungen an die Schliefsung einer Kette, oder an die Bildung eines Kreises aus verschiedenen Leitern gebunden. in welchen die Sinnesnerven entweder unmittelbar als Glieder eingehen, oder wenigstens durch andere Nerven eingreifen, mit denen sie in einer genauen Anastomose stehen; sie dauern gewöhnlich so lange fort, als die Kette geschlossen bleibt, doch zeigt sich auch hier in einigen Fällen ein merklicher Unterschied zwischen der Art der Erscheinung im Augenblicke der Schlieseung und während des Geschlossenseyns der Kette, auch hier zeigen sich vorzüglich die Ketten wirkeam, in welche zwei heterogene, sich unmittelbar berührende, Metalle als Glieder eingehen, und zwar nach Verschiedenheit dieser beiden Glieder mit demselben Unterschiede in der Stärke der Empfindungen, wie sich derselbe bei den Versuchen mit den Muskeln ergeben bat, und mit einem ähnlichen Einflusse in der verschiedenen Art der Vertheilung des positiven und negativen Erregers, nur das hierbei der el. Gegensatz sich noch auffallender in einer Art von Gegensatz der Empfindungen ausspricht; auch hier zeigt sich gleichmäßig die verschiedene Wirksamkeit der verschiedenen feuchten Erreger, die mit den verschiedenen trockenen Erregern in Wechselwirkung gebracht werden, derselbe Einfluss der verschiedenen Größe der Obersläche, mit welcher die

trockenen Erreger mit den feuchten und also insbesondere mit den Organen selbst, in Berührung gebracht werden u. s. w.

Was nun die einzelnen Sinnenorgane selbst betrifft, so ist, wie bereits oben in der Geschichte des Galvanismus bemerkt worden, viele Jahre vor der eigentlichen Entdeckung des Galvanismus durch Sulzen ein merkwürdiger Versuch über die Einwirkung 'des galvanischen Reizes auf das Geschmacksorgan bekannt gemacht worden, auf welchen Volta 1, wie es scheint, ohne etwas von diesem früheren Versuche zu wissen, nach GALVANI'S Entdeckung von neuem hingeleitet wurde, so dals er ihn in seinen wahren Zusammenhang mit diesen Erscheinungen brachte. Wenn man von zwei verschiedenen Metallen von Zink und Silber das erstere auf die obere Fläche der Zunge gegen die Spitze zu, das letztere an den hinteren Theil dieses Organs oder an irgend einen mit einer dunnen und feuchten Oberhaut versehenen Theil des Körpers, z. B. an den Gaumen, das Zahnsleisch, die Lippen, die Nasenhöhle, das Auge . die Augenlieder u. s. w. bringt oder auch bloss mit den nassgemachten Fingern halt, und beide unter einander oder bei zu großer Entfernung mit einem Metalldrahte, welcher Art er sey, verbindet, so wird sich, sofern hier erst nur von der in det Zunge erregten Empfindung die Rede ist, im Augenblicke der Schliesung ein eigenthümlicher Geschmack zeigen, den verschiedene Personen verschieden bezeichnet haben, dem man aber am schicklichsten mit Volta den Namen eines säuerlichen giebt, der eine große Aehnlichkeit mit demjenigen hat, welchen ein positiv elektrischer Fenerpinsel in der Zunge hervorruft, und der so lange fortdauert, als die Kette geschlossen bleibt. Kehrt man die Ordnung der Metalle um, so dass Silber an die Zungenspitze und Zink an einen jener anderen Theile gebracht wird, so wird ein ganz anderer Geschmack eintreten, der etwas Unangenehmes und viele Aehnlichkeit mit demjenigen hat, den eine verdünnte alkalische Auflösung gewöhnlich giebt und den auch Volta sehr passend mit dem Namen eines scharfen, brennenden, laugenhaften bezeichnete. Dieser Geschmack ist indels weniger lebhaft als der saure, wie er denn auch wohl gar nicht bemerkt worden ist, z. B. von LE Hor 2, dagegen stellt

^{1 8.} Aloysi Galvani Abh. u. s. w. übers. von Mayer Vorrede 9.18.

² G. IX. 193.

sich bei Oeffnung dieser Kette der saure Geschmack deutlich ein, den dieser letzterwähnte Beobachter allein empfand, doch ist er schwächer als bei der zuerst angewandten Vertheilung der Die unmittelbare Bewaffnung der Zungenspitze durch die Metalle ist nicht nothig, worans sich schon allein ergeben würde, dass dieser Geschmack vom Metalle, als solchem, nicht abhängt. Taucht man die Zungenspitze in ein Glas voll Wasser, in welchem ein Blättchen von Zinn oder Silberpapier schwimmt, so wird sogleich der saare Geschmack empfunden, sobald der Griff eines silbernen Löffels, dessen erhabenen Theil man auf die Mitte oder den Hintertheil der Zunge legt, jenes Zinnblättchen berührt, und dauert in einem gleich lebhaften Grade so lange fort, als die Berührung unterhalten wird. Welche zwei trockene Erreger, die eine hinlänglich starke Action geben, um die Zungenspitze noch lebhaft zu rühren, man anwende, so wird stets der säuerliche Geschmack zum Vorschein kommen, wenn der positive von beiden die Zungenspitze und der negative irgend einen andern nahen oder entfernten Theil bewaffnet, der alkalische dagegen bei umgekehrter Vertheilung. Wenn das negative Metall auf dem Rücken der Zunge nach der Wurzel derselben, das positive näher an der Spitze sich befindet, so scheinen beide Arten von Geschmack zugleich empfunden zu werden, der alkalische nach hinten, der saure nach Wenn von zwei mit nassen Händen sich fassenden Personen, die eine das positive, die andere das negative auf der Zunge hat, so wird vom Augenblicke der Schliesung dieses Kreises durch Berührung der Metalle unter einander die letztere den alkalischen, die erste den säuerlichen Geschmack haben. Es bedarf, um diese Geschmacksempfindung hervorzubringen, nicht gerade zweier heterogener Erreger der ersten Classe, sondern auch ein einzelner trockener Erreger ist dazu hinreichend, wenn nur außer dem Organe selbst noch ein feuchter Erreger mit als Glied in die Kette eintritt, der durch seine Berührung mit dem trockenen Erreger eine hinlänglich starke galvanische Action bewirkt. Einen interessanten Versuch dieser Art gab Volta schon in der ersten Zeit dieser Entdeckung an 1. Man fülle einen zinnernen Becher mit Seifenwasser, Kalkmilch, oder besser mit mälsig starker Lauge, fasse den Becher mit einer oder

¹ Gren's N. J. III. 480.

beiden Händen, die man mit blolsem Wasser feucht gemacht hat, und bringe die Spitze der Zunge mit der Flüssigkeit in Berührung, so wird man im Augenblicke des Contacts die Empfindung von einem sauren Geschmack auf der Zunge erhalten: im ersten Augenblicke ist dieser Geschmack sehr entschieden sauer, bald nachher verwandelt er sich aber in einen davon verschiedenen, minder sauren, mehr salzigen und stechenden, bis er endlich scharf und alkalisch wird, so wie die Flüssigkeit mehr auf die Zunge wirkt. Dieser Versuch scheint zu beweisen, dass nicht die durch Zersetzung des Kochsalzes des Speichela an dem positiven Metalle entbundene Säure, und das an' dem negativen Metalle frei gewordene Laugensalz den Geschmack verursachen. Uebrigens spielt in diesem Versuche die alkalische Lauge die Rolle des positiven Metalls, wie dieselbe denn auch nach den bereits oben (Nr. 25.) angegebenen Versuchen mit dem Zinn starke positive Elektricität annimmt.

Eben so ausgezeichnet wie auf das Geschmacksorgan ist die Einwirkung der einfachen galvanischen Kette auf das Gesichtsorgan. Schon bei jener Art der Anstellung des Geschmacksversuchs, wo das Auge selbst, oder ein durch seine Nerven mit denen des Auges in naher Verbindung stehender. mit dünner Oberhaut versehener, feuchter Theil des Kopfes, wie die Nasenhöhle, der Gaumen, die innere Seite der Wangen. die spongiöse Substanz der Oberzähne u. s. w. mehr oder weniger Glieder der Kette sind, wird man bei der Schließung der Kette eine blitzähnliche Erscheinung gewahrwerden, die indels ihre höchste Stärke nur dann hat, wenn das Auge selbst in die Kette mit eingeht. Wenn zugleich beide Augen oder beide Nasenhöhlen, die spongiöse Substanz der Oberzähne auf beiden Seiten, die innere Seite beider Wangen mit zwei wirksamen Erregern bewaffnet und die Kette durch Berührung beider unter einander geschlossen wird, so erhält man dasselbe Phänomen in beiden Augen. Auch hier hat die Art der Vertheilung der beiden Erreger Einfluß auf die Stärke der Erscheinung. Der Blitz wird lebhaster seyn, wenn von den beiden Erregern der positive, also z. B. das Zink, das Auge unmittelbar oder einen jener mit dem Auge durch Nerven anastomosirender Theile, der negative, also z. B. das Silber, einen entferntern Theil bewaffnet, als umgekehrt. VOLTA scheint zuerst diese Einwirkung des Galvanismus auf das Auge beobach-

tet zu haben. Er bewaffnete den Augapfel mit einem Blättchen Stanniol oder Silberpapier, brachte in den Mund eine Silbermünze oder einen silbernen Lössel, und die beiden Metallstücke mittelst zweier metallischer Spitzen in Berührung. wandte auch die mittelbare Bewaffnung des Auges durch Zwischenbringung eines nalsgemachten Polsters von Leinewand an. und erregte die Lichterscheinung und den sauren Geschmack zugleich, wenn er die Spitze der Zunge mit Zinn, das Polsterchen mit Silber bewaffnete, und die Kette dann schloss. Die auf diese Art erregte Gesichtsempfindung wurde von allen früheren Beobachtern bis auf RITTER im allgemeinen als ein blitzshnlicher und nur auf die Schliefsung der Kette beschränkter Schein beschrieben, ohne weitere Modificationen zu beachten. Dieser aufmerksame Beobachter dagegen hat noch folgende nähere Bestimmungen dieser Erscheinungen wahrzunehmen geglaubt 2. Legt man eine Zinkplatte fest an den Augapfel, schließt das Auge nicht, sondern hält es offen und stet, bewegt auch die Augenlieder nicht, und bringt dann eine Silberplatte oder Silbermünze, womit man die obere Fläche der Zunge belegt hat, ohne Zittern mit dem Zinke in unmittelbare Berührung, so entsteht in diesem Augenblicke ein Lichtschein, den man gewöhnlich einen Blitz nennt, der sich aber von einem wirklichen Blitze darin unterscheidet, dass auf ihn nicht wieder die vorige Finsternils folgt, sondern dass man einen sortdauernden, nicht zittemden, nicht sich alle Augenblicke erneuernden Schein, eine Hellung im Auge behält, von der man weiß, dass sie vorher nicht da war, und dass dem so sey, davon überzeigt man sich noch weiter dadurch, wenn man mit fester Hand die beiden Metalle so trennt, dass in der Trennung nur Aufhören des Contacts, nicht neue Berührung und Trennung enthalten ist, wo man alsdann bemerken wird, dass der Zustand des Auges, in welchem es sich vor dem Versuche befand, wieder eintritt, und das Licht verschwunden ist, welches Lichtverschwinden dem eines Blitzes abermals sehr ähnlich ist, nur wird man bei rechter Sorgfalt nicht finden, dass das plötzlich verschwindende Licht auch in diesem Augenblicke erst entstanden sey. Kommen, Bleiben, Verschwinden eines erhöhten Lichtzustandes des Au-

¹ Volta's Schriften über thier. El. 1795, Vorrede S. 5.

² Beweis u. s. w. S. 88. ff.

IV. Bd.

ges sind demnach die der Schlielsung, dem Geschlossenseyn und der Trennung der Kette correspondirende Phanomene. Bringt man dagegen mit Beobachtung der nämlichen Vorsicht. wie vorher beim Zink angegeben ist, das Silber an den Augapfel, und die Zinkplatte an die Zunge, und beide auf erwähnte Art in Verbindung, so erfolgt gerade das Umgekehrte des vorigen Versuchs; in dem Augenblicke der Schließung der Kette bemerkt man zwar gleichfalls eine blitzähnliche Erscheinung, aber sie ist ganz gleich derjenigen, die man im vorigen Versuche bei der Trennung wahrnahm, es schwindet nämlich eine Portion Licht, die man vorher gar nicht gehabt zu haben glaubte, von deren Gegenwart vor dem Versuche man aber jetzt durch ihren eintretenden Mangel überzeugt wird, das Auge wird in einen dunklern Zustand versetzt, es wird finsterer, und diese relative Finsterniss hält so lange an, als die Kette geschlossen bleibt; trennt man die Metalle behutsam, so stellt sich eben damit der Zustand des Auges vor dem Versuche wieder her, die Finsternils verschwindet, es tritt eine Hellung an ihre Stelle, und man weiß, dass sie ganz derjenigen gleiche, welche vor der Anstellung des Versuchs im Auge war, deren man sich aber dort, wegen ihrer Gleichförmigkeit nicht unmittelbar bewulst war. In diesem Versuche correspondiren also Kommen, Bleiben und Schwinden eines erniedrigten Lichtzustandes des Auges der Schliessung, dem Geschlossenseyn und der Trennung - der Kette. Diese beiden Zustände beziehen sich demnach auf eine fortdauernde mittlere Lichttemperatur im Auge, die in dem -einen Falle erhöht, in dem andern vermindert wird. Außer diesem Gegensatze in der Lichttemperatur nach Massgabe der Vertheilung der beiden Metalle glaubte RITTER bei Gelegenheit der später angestellten Versuche mit der Säule auch eine Art von Gegensatz in der Farbe des Lichtscheines selbst beobachtet zu haben, sofern nämlich der mit der positiven Einwirkung auf das Auge eintretende Blitz sich durch eine blaue Farbe charakterisiren soll, welche auch der fortdauernden Helligkeit während des Geschlossenseyns zukomme, und im Augenblicke der Trennung mit einer rothlichen wechsele, während bei umgekehrter negativer Einwirkung auf das Auge ein röthlicher Blitz erfolge. and die damit verbundene relative Verfinsterung durch einen blauen Blitz verschwinde. Ich konnte bei Anstellung dieser Versuche nie so bestimmte Resultate erhalten, und wenn auch

wirklich in dem Auge Erscheinungen vorkornmen, die einen ähnlichen Gegensatz andeuten, wie wir ihn schon bei den Muskeln und noch entschiedener bei dem Geschmacksorgane angetroffen haben, so wird es doch sehr schwer seyn, mit einem so beweglichen Organe diese Erscheinungen in ihrer ganzen Bestimmtheit aufzusassen und bei der so mannigsaltigen Verschiedenheit der Reizempfänglichkeit und des Farbensinnes der Augen verschiedener Beobachter wird wohl schwerlich eine Uebereinstimmung in ihren Aussagen in dieser Hinsicht statt finden. wie ja selbst über die Art der Geschmacksempfindung die Angaben verschiedener Beobachter sehr abweichend ausfallen. Auf das Geruchs - und Gehörs - Organ bleibt die Einwirkung der einfachen galvanischen Kette ohne merklichen Erfolg, sofern nämlich von Erregung der diesen Sinnen zukommenden specifischen Empfindungen die Rede ist. Bringt man indels ein etliche Zoll langes, einige Linien breites und dickes, gut abgerundetes Stück Reissblei so tief als es ohne Gefahr geschehen kann, in die eine Nasenhöhle und drückt es sachte an die Nasenscheidewand an, in die andere auf gleiche Weise ein ähnliches Stück Zink, und verbindet beide mit einem Stücke Zink oder einem beliebigen Stücke Metall, doch so, dass nach Schliesung der Kette dieselbe einige Zeit ungestört geschlossen bleibt, so sieht man im Augenblicke der Schließung einen mäßigen Lichtwechsel vor beiden Augen, und zwar den positiven (?) in dem, was sich mit dem Reissblei auf einer Seite des Kopfes befindet, aber zugleich sempfindet man einen heftigen Schlag auf die Scheidewand an den Endpuncten beider Erreger, und man glaubt eine Zuckung in dem Innern der Nase zu bemerken; auf der Seite, wo das Zink anliegt, ist der Schlag mehr druckartig, und scheint gleichsam von dieser auszugehen, da aber, wo das Reissblei anliegt, verwandelt er sich in ein sehr empfindliches Stechen, welches so lange fortdauert, als die Kette geschlossen bleibt; zugleich zeigt sich ein Hang zum Niesen, welches auch wohl nach längerer Fortsetzung des Versuchs eintritt. wollte die Empfindung einer unangenehmen Kopferschütterung bei der Armirung beider außeren Gehörorgane durch Zink und Silber gehabt haben. RITTER fühlte nur eine mälsig stechende Empfindung in den innern Theilen des Ohrs, deren Beginnen von einer sich über den Kopf verbreitenden Welle sanften Drucks begleitet zu seyn schien.

Auf das Gemeingefühl' wirkt der Galvanismus, indem in empfindlichen Theilen, die als Glieder in die Kette eingehen, wenn sie unmittelbar bewaffnet sind, wie z. B. in den Lippen, Gaumen, im Anus, in der Urethra, eigenthümliche stechende, brennende øder drückende Empfindungen hervorgebracht werden, die sich zu jenen angeführten eigenthümlichen Sinnesempfindungen noch hinzugesellen. Dabei charakterisirt sich die Einwirkung des positiven Metalls mehr durch ein brennend stechendes, die des negativen durch ein drückendes Gefühl. Besonders erleiden Wunden mancherlei Art bei schicklicher Bewaffnung die auffallendsten Schmerzen. v. Humboldt machte sich absichtlich Hautwunden auf der Schulter und dem Rücken durch spanische Fliegenpflaster, und armirte sie mit Zink und Silber. Bei der Schliesung der Kette fühlte er ein heftiges schmerzhaftes Pochen, der Musculus cucullatus schwoll heftig auf, so dals sich seine Zuckungen aufwärts bis ans Hinterhauptbein und die Stachelfortsätze der Rückenwirbelbeine fortpstanzten. Eine Berührung mit Silber gab 3 - 4 Schläge, die deutlich unterschieden wurden. Die in der rechten Schulter durch die starke Reizung häufig herbeigelockte lymphatisch-seröse Feuchtigkeit war roth gefärbt, und wie bei bösartigen Geschwüren so scharf geworden, dass sie, wo sie den Rücken hinablief, denselben in Striemen entzündete 1. MICHARLIS fühlte bei Wiederholung dieser Versuche die schmerzhaften Empfindungen nur in der Nähe der Wunde, wo der negative Erreger, also das Gold oder die Kohle, nie wo das Zink lag 2.

Von der arzneilichen Anwendung dieses kräftigen Reizmittels wird noch weiter unten die Rede seyn.

B Theoretische Betrachtungen.

55. In der ersten Periode des Galvanismus, als die Erscheirungen, welche derselbe in der Sphäre des Lebens hervorruft, ausschliefslich die Aufmerksamkeit der Physiker beschäftigten, und diese auch nur allein bekannt waren, war es nicht zu ver-

¹ Gren's N. J. II. 119. Ueber die gereizte M. und N. faser. I. 197.

² Ebend. IV. S. 47.

wundern, dass man geneigter war, den ganzen Vorgang mehr als einen physiologischen denn als einen physikalischen zu betrachten, und so erklären sich jene früheren Theorien GALVAmi's, Valli's, Aldini's, v. Humboldt's, Fowler's u. a. die, da ihre Unrichtigkeit jetzt'allgemein anerkannt ist, weder eine umständliche Darstellung verdienen, noch viel weniger eine Widerlegung erfordern. GALVANI kam schon mit einem gewissen Vorurtheile für eine den Thieren eigenthümliche E. als der wahren Ursache ihrer lebendigen Bewegungen zu diesen Versuchen, und so erklärt es sich leicht, wie er dieselben zu Gunsten seiner früheren Hypothese deuten, und die Erklärung derselben dieser gemäß aussassen musste, da der Antheil der E. an diesen Erscheinungen sich dem ersten Blicke schon aufdringen musste. Nach ihm sollten die Nerven die Organe seyn, in welchen die den Thieren eigenthümliche E. vorzüglich wirkt, und durch welche sie dem ganzen Körper mitgetheilt wird, so wie das Gehirn das wichtigste Absonderungsorgan derselben. Die innere Substanz der Nerven, wahrscheinlich die dünnste Lymphe, nahm er an, sey mit Leitungsfähigkeit für diese E. begabt, und mache daher die freie und schnelle Bewegung derselben durch die Nerven möglich; zugleich verhindere aber der ölige Ueberzug der Nerven die Zerstreuung dieser E. und erlaube ihre Anhäufung. Die vorzüglichsten Behälter dieser thierischen E seyen die Muskeln; sie stellen gleichsam eine Leidner Flasche vor, und zwar sey ihre äußere Oberstäche negativ, in ihrem Innern hingegen sey die E. angehäuft, dieses also positiv. Der Nerv sey der Conductor dieser Flasche, welcher neben den Blutgefälsen die Muskeln mit E. versehe. Der Mechanismus aller Bewegungen bestehe kurz darin, dass die el. Flüssigkeit aus dem Innern der Muskeln in die Nerven derselben gezogen und geleitet worde, und dass sie nun aus diesen auf die äussere Oberstäche der Muskeln überströme, folglich jede Zusammenziehung gleichsam durch eine Entladung der muskulösen Leidner Flasche bedingt sey, indem die auf das Aeussere der Muskeln überströmende E. auf die reizbaren Muskelfasern einen Reiz ausübe. In den neu entdeckten Erscheinungen glaubte GALVANI die entscheidendsten Beweise sitr diese Theorie und zugleich in dieser die hefriedigendste Erklärung jener zu finden. war diese Theorie ganz unvermögend, von den damals schon bekannten Bedingungen und den Abänderungen jener Erscheinungen nach Verschiedenheit der äußeren Umstände, wie unter anderen von dem Einflusse der Verschiedenheit der beiden Metalle auf die Stärke der Zuckungen, von der Zulänglichkeit der bloßen Bewaffnung der Nerven mit den beiden Erregern u. s. w. u. s. w. gehörige Rechenschaft zu geben, und nur die Annahme der E. als Ursache derselben war nicht verfehlt.

Ganz andere Ansprtiche auf Beifall konnte die von dem berühmten ALEX, v. HUMBOLDT im Jahre 1797 aufgestellte Theorie dieser Erscheinungen machen, da sie von den besonderen Bedingungen derselben eine auf Analogie mit der Wirkungsart bekannter Kräfte gestützte, größtentheils genügende Rechenschaft gab, und durch viele neue Versuche unterstützt wurde. Dals dem ohngeachtet dieser scharfsinnige Naturforscher doch nur einen Irrthum geistreich ausschmückte und die rechte Bahn verfehlte, auf welcher Volta damals schon so große, dem deutschen Physiker nicht unbekannt gebliebene, Fortschritte gemacht hatte, und den elektrischen Charakter dieser Erscheinungen lengnete, läßt sich nur aus so manchen anscheinenden Anomalien, mit denen hier die E. auftritt, begreifen, unter welche Anomalien vorzüglich der Umstand gehörte, dass sie die ihr sonst so wesentlich zukommende Eigenschaft, durch Anziehung und Abstoßung nach außen zu wirken, nicht offenbarte, auch das hier wirksame Agens in seiner Leitung durch die Körper andere Verhältnisse zu zeigen schien, als die gewöhnliche E. So sollte dieses Agens durch Knochen, Lichtslamme und Rauch, heißes Glas und den luftverdünnten Raum vollkommen isolirt werden, welche sämmtlich gute Leiter der E. sind. glaubt auch v. HUMBOLDT, die Volta'sche Theorie von einer im Kreislaufe bewegten E. und die Nothwendigkeit einer geschlossenen Kette durch jene Versuche ohne Kette (Nr. 52) vollkommen widerlegt. Endlich fand er in allen seinen Versuchen eine so nahe Verwandtschaft zwischen der Ursache dieser Erscheinungen und der Lebenskraft selbst, dass er dadurch bewogen wurde, dem diesen Erscheinungen zum Grunde liegenden Agens selbst einen solchen höheren Charakter beizulegen. nahm daher ein eigenes galvanisches Fluidum an, das zusammengesetzt seyn könne, wie die E., auch mit dieser in naher Verwandtschaft stehe, ohne jedoch mit ihr gleichartig zu seyn, z. B. wie Blut und Milch, so dass die Frage, ob das galvanische Fluidum eine Modification des elektrischen sey; nicht mehr Sinn

zu haben scheine, als die, ob Salpeter eine Art Kochsalz sey. Dieses galv. Fluidum, das den eigentlichen Reiz für die irritable Faser ausmacht, sollte die Kraft besitzen, auch aus der Ferna auf die Nerven zu wirken, wofür v, HUMBOLDT folgende sonderbare Erfahrungen als Belege anführt. Als er nämlich in einem Falle 3 - 4 Cubiklinien frisches Muskelsleisch auf eine Nervenarmatur aus Zink gelegt hatte, so bemerkte er die Zukkungen nicht blos bei der unmittelbaren Berührung des Muskelsleisches mit einem gelinden Excitator, welcher mit seinem andern Ende auf dem Schenkel ruhte, sondern auch indem er mit dem andern Ende des Excitators nur & Par. Linien von dem Muskelfleisch entfernt blieb. Wurde eine dünne Glasscheibe zwischen das Muskelstück und Metall so gehalten, dass sie keines von beiden berührte, so fand der Reiz nicht weiter statt, der aber sogleich mit Hinwegnahme der Glasplatte wieder eintrat. Während des Experiments vergingen wohl 10-12 Minuten. Dabei zeigte sich, dass, je öfter der Versuch wiederholt, je häufiger die Zusammenziehungen erregt wurden, desto mehr er sich mit dem Ende des metallischen Excitators dem Muskelfleische nähern mulste. Wenn bei einem Abstande von einer Linie keine Zuckungen eintraten, so erschienen sie wieder heftig bei einem Abstande von einer halben Linie oder bei einem noch geringeren. Neue Stücke Muskelfleisch aus demselben Froschschenkel, aus welchem jenes genommen worden war, zeigten sich dagegen ohne alle Wirkung. Derselbe Versuch gelang ihm noch ein zweitesmal bei einem Frosche, welchen er aus dem Winterschlafe durch Stubenwärme erweckt hatte. Der Cruralnery lag auf Zink und auf diesem ein Stiick frisches Muskelfleisch von demselben Individuum, und der gebrauchte Excitator war von Silber. Die Figur zeigt in den punctirten Linien Fig. um das Muskelsleisch anschaulich, wie sich der Wirkungskreis 106. desselben bei der Fortsetzung der Versuche allmählig zusammenzog, und der Excitator von Silber a mit seinem einem Schenkel von i Linien Abstand an allmälig dem Muskelfleische mehr genähret werden mulste, bis endlich unmittelbare Berührung erforderlich war. Von mehreren anderen Stücken aus dem Schenkel desselben Individuums war nur noch eins, welches auf diese Art aus der Entfernung wirkte. Eine ähnliche sensible (erregbare) Atmosphäre wie um das Muskelfleisch will v. Homboldy bei sehr erregbaren Früschen auch um die Nerven beobachtet

haben⁴, womat gleichsam eine Action des galvanischen Reizes ohne eigentliche Kettenschließung gegeben wäre. Durchschnitt er nämlich den so weit als möglich aus dem Schenkel präparirten Cruralnerven etwa 2 Linien obezhalb seiner Insertion in die Fig. Schenkelmuskeln und entfernte beide Nervenstücke auf einer 107. recht trockenen Glasplatte etwa ‡ Linien von einander, wobei alle Vorsicht angewandt wurde, dass in diesem Zwischenraume sich durchaus nichts von herausgequollenem Nervenmarke oder sonstiger Feuchtigkeit befand, so entstanden Zusammenziehungen, als die Armatur M durch einen heterogenen metallischen Leiter mit c d oder auch selbst mit a b verbunden wurde. Es war hierbei auch gar nicht nöthig, dass die Schnittslächen e und b sich einander gegenüberstanden; sie entstanden auch, wenn c der Seitenfläche des Norvenstücks ab irgendwo auf & Linien Entfernung genähert wurde. So wie die Erregbarkeit der Organe abnahm, war die Berührung von ab nicht mehr hinreichend zur Erregung der Zusammenziehungen, sondern c d musste selbst von dem Excitator, der mit der Armatur M in Verbindung stand, berührt werden, und bei allmälig sinkender Erregbarkeit musste das untere Nervenende c dem obern b näher gebracht, und der Abstand nach und nach auf O reducirt werden. Bei manchen Individuen betrug das Maximum dieser sensibeln Atmosphäre nur & Linie, und die größte Dauer, wäh-. rend welcher diese Versuche gelangen, 5 - 8 Minuten. Das sonderbarste hierbei ist, dass es eben nicht nöthig seyn soll, dass ab und cd Theile eines Nerven sind, indem der Versuch eben so gelang, wenn ab von den andern Schenkelnerven entweder desselben oder eines gleichartigen Frosches genommen ward, ja selbst dann, wenn die Nervenstücke der Rana esculenta und der Kröte und die der Rana temporaria und Lac-agilis einander gegenüber gelegt wurden; doch nicht zwischen den Nerven warmblütiger Thiere gegen die der kaltblütigen. Wenn man bei sehr reizbaren Organen die Nervenenden a b und c d durch unterge legte Glasröhren dergestalt erhöhte, dals ihre Schnittflächen b und c ! Linien weit aus einander in freier Luft abstanden, und man eine dünne Glasscheibe e f dergestalt zwischen dieselben brachte, dass sie weder b noch c berührte, so wurden die Muskelbewegungen, die vorher durch Verbindung von M und d

¹ a. a. O. 8. 215.

mittelst eines Excitators erregt werden konnten, dadurch sogleich verhindert, kamen aber wieder zum Vorschein, wenn
diese Scheite von Glas entfernt, oder mit einer von Metall vertauscht wurde. Aus allen diesen Erfahrungen zog v. Humboldt
den Schluß, daß die belebte sensible Faser eine Krast besitze,
eine reizende Atmosphäre um sich zu verbreiten, die mit dem
Sinken des Lebens selbst sich zusammenzieht und daß dasjenige, was aus dem Nervenstücke auströmt und das entfernte reizt,
nichts gesförmiges sey, sondern in seinen Wirkungen mehr mit
den strahlenden Flüssigkeiten übereinkommen, folgerte er namentlich daraus, daß eine zwischengebrachte Metallplatte die Wirkung nicht aushebt.

Beimischung des galvanischen Fluidums zu den Elementen der Muskelfaser veranlasst nach v. Humboldt diese Elemente, ihre Lage zu verändern, und jede Contraction ist Folge eines veränderten chemischen Mischungszustandes. In der Erregung der willkürlichen Bewegungen geht ein chemischer Process in den Nerven vor, durch welchen mehr galv. Fluidum plötzlich abgeschieden, oder in die Nerven geleitet wird. Der Entladung der Nerven folgt daher fibröse Erschütterung, durch welche das zugeleitete galv. Fluidum entweder gebunden oder verflüchtigt wird, worauf die Elemente der Muskelfaser wieder in ihre vorige Lage treten, d. h. die Turgescenz aufhört. Nach diesen Prämissen erklärt nun v. HUMBOLDT die besondern galvanischen Erscheinungen auf folgende Weise. Wenn ein Theil des Nerven frei heraus praparirt ist, so wird in dem von der Luft umgebenen Theile des Nerven eine größere Anhäufung von galv. Fluidum statt finden, als in dem, welcher vom Muskelfleische umgeben ist, weil bei gleich starker Absonderung desselben in beiden Theilen in letzterem durch die leitende Muskelsubstanz mehr zerstreut wird, als durch die isolirende Luft. Bringt man daher nun die Muskeln in unmittelbare Berührung mit dem entblösten Nerven, so mus eine Entladung als Folge der ungleichen Ladung entstehen. Daraus erklärt sich denn auch, warum dieser Versuch etwas später nach der Präparation nicht gelingt, weil bei dem organischen Zusammenhange des entblösten Theils des Nerven mit dem unentblösten und den Muskeln die Ueberladung bald aufhören wird, indem der stärker geladene Theil dem schwächer geladenen nach und nach und von selbst abgiebt, auch nicht, wenn der Nerv nicht frei

herauspreparint, sondern von leitenden Stoffen umgeben ist, wo keine Ueberladung statt finden kann, weil allen Organen gleichviel von den leitenden Medien entzogen wird, und endlich, warum er nicht gelingt, wenn sich die Muskeln'von dem entblößten Theile des Nerven nur in einer geringen Entfernung befinden, weil sich das Gleichgewicht um so früher von selbst herstellt, je näher sich die Theile sind.

Die Wirkungsart der durch ihren Eintritt in die Kette die Reizung bestimmenden fremden Glieder reducirt v. HUMBOLDT im Allgemeinen darauf, dass sie, indem sie dem überstromenden Fluidum Hindernisse in den Weg legen, die Kraft desselben beim plötzlichen Durchbruche verstärken, in welcher Hinsicht sich v. HUMBOLDT auf analoge el. Erscheinungen bezieht, wenn sich z. B. frei liegendes Schielspulver durch el. Schläge nicht leicht entztindet, wenn die el. Materie durch vollkommene Leiter in das Pulver geleitet wird, die Explosion aber sogleich erfolgt, wenn die Leitung durch Halbleiter unterbrochen wird. Ist daher die Erregbarkeit der Organe so weit gesunken, dass ein unmittelbarer Contact unter diesen keine Zukkungen hervorbringt, so muss das galvanische Fluidum durch thierische Stoffe vom Nerven in die Muskeln geleitet werden, um Contractionen zu erregen. Ist dieses Hinderniss zu schwach, so muls ihm ein größeres entgegengestellt werden. Man bedient sich dann, da das galv. Fluidum als thierische Flüssigkeit leichter durch thierische Stoffe als durch Metalle strömt, eines oder mehrerer homogener Metalle. Ist auch bei diesen das Hinderniss und damit der Durchbruch zu schwach, so wird die Anlegung heterogener Metalle erforderlich. Kurz die Kraft wirkt immer um so stärker, je größer das Hinderniss ist, je mehr Flüssigkeit sich in dem Leiter anhäuft, und je stärker der Durchbruch erfolgt. Da die Leiter am Nerven und Muskel oft gleichzeitig anliegen, so entstehen dadurch zwei Ströme. Das galv. Fluidum strebt eben sowohl aus dem Muskel als aus dem Nerven die Leitung zu durchbrechen; findet es von beiden Seiten gleiche Hindernisse, so werden sich die durchgehenden Ströme in der Mitte der Leitung begegnen und sich zurückdrängen. Aehnliche mechanische Verhältnisse der Leitung und Stromung geben auch einen scheinbaren Erklärungsgrund für jenen interessanten Versuch Volta's, wo keine Zuckungen entstehen. wenn das Froschpröparat mit den Muskeln in dem einen Glase.

zit den Nerven und dem anhängenden Theile des Rückgrats in einem andern Glase sich befindet, und ein metaltischer Bogen die Leitung zwischen beiden macht, wenn er an beiden Enden mit einer gleichen Säure benetzt ist die sogleich eintreten, wenn verschiedenartige Säuren genommen werden, so wie auch für den Einfials der Vertheilungsart der Metalle in die Nerven und Muskeln, und ob die Kette vom Nerven oder den Muskelm ausgeschlossen wird u. s. w. u. s. w. auf die Stärke der Zuckungen. Auch begreife man, dass die eigene el. Ladung, in welcher sich alle Metalle befinden, dass ihre Temperatur und chemische Affinität, und besonders der el. Process, welcher bei Verdampfung von tropfbaren Flüssigkeiten entsteht (wodurch v. Homboldt den Einflus seines sogenannten Hauchversuchs, von dem weiter unten noch die Rede seyn wird, erklärt glaubt,) die Hindernisse mannigfaltig modificiren, welche das galv. Fluidum bei seinem Durchstromen durch die Leitung findet.

Man erkennt in dieser gedrängten Darstellung einige Aehnlichkeit mit Volta's Theorie, die sich jedoch zu ihr, wie die
hellleuchtende Sonne zur Morgendämmerung verhält, und in
deren Darlegung auch die gründlichste Widerlegung derselben
liegt. Auch Fowler leugnete die el. Natur dieser Erscheinungen, und bezeichnete die Ursache derselben mit dem allgemeinen Namen einer Influenz, deren Quelle er in den Blutgefäßen
annahm und somit in die Sphäre des Lebens verwies. Indeß
habe ich schon in der frühesten Periode des Galvanismus die
Unhaltbarkeit der Einwürfe Fowler's gegen die el. Natur des
hierbei wirksamen Agens nachgewiesen 1, die jetzt vollends nicht
meht in Betracht kommen.

56. VOLTA hat sich das unsterbliche Verdienst erworben, gleich vom Anfange an diese Erscheinungen aus einem Gesichtspuncte aufgefalst zu haben, durch welchen sich ein einfaches durchgreifendes Erklärungsprincip für dieselben ergab, das im Fortgange seiner Forschungen von diesem scharfsinnigen Physiker zu immer größerer Klarheit und umfassender Anwendbarkeit entwickelt wurde, auf jeder neuen Probe, auf die es gebracht ward, sich immer von neuem bewährte, und in der fruchtbarsten Entdeckung am Schlusse des vorigen Jahrhunderts, derjenigen der Säule, die gleichsam aus ihm hervorging, sich

¹ Ueber th. El. and Reizb. 8. \$70.

vollends verherglichte. Wenn auch diese Theorie in den neussten Zeiten vielfaltig angegriffen worden ist, und gerade da am wenigsten befriedigend erscheint, wo von ihr mit Recht gefordert wird, den tieferen Zusammenhang des Galvanismus mit andern großen Naturerscheinungen, insbesondere mit dem chemischen Processe, in ein helleres Licht zu setzen, so bleibt sie doch immer ein vortreffliches Schema, um sich mit Hülfe desselben in den mannigfaltigsten Verwickelungen leicht zu orientiren, und will man auch die Art, wie Volta den verborgenen Vorgang dieses regsten Lebens der Natur aufgefasst hat, nur als ein blosses Gleichniss gelten lassen, so kann man mit Recht fragen, ob wir jene, sich in die Tiefe der Natur zurückziehenden, gleichsam mehr rein dynamischen Vorgänge, uns überhaupt anders verdeutlichen können, als in Gleichnissen mit den Vorgängen der allen unsern Sinnen und insbesondere unserem Tastund Gefühlssinnen unmittelbar unterworfene Materien, die in ihrer räumlichen Bestimmtheit der mathematischen Construction am sichersten unterworfen werden können.

Um die Hauptsätze dieser Theorie zu entwickeln, fasse ich sie in der größten Vollendung auf, die sie nach der Erfindung der Säule, welche allem Schwankenden in Rücksicht auf die wahre Natur des hierbei thätigen Agens ein Ende machte, gewonnen, wobei ich indess die aussührlichere Auseinandersetzung der Theorie in Volta's früheren Aufsätzen, die sich auf die sinfache Kette bezogen, gehörig benutzen werde, womit sich denn von selbst ihre Anwendung auf die specielle Erklärung der Hauptelassen von Erscheinungen darbieten wird. Da Volta ein Anhänger der Franklin'schen Theorie ist, so trägt auch seine Theorie des Galvanismus diese Gestalt an sich, in welcher sie demnach auch hier mitzutheilen ist; doch werde ich im Fortgange Gelegenheit haben, sie in die Sprache des Dualismus zu übersetzen, und aus diesen Erscheinungen selbst neue Beweise für die Richtigkeit der dualistischen Ansicht abzuleiten.

I. Nach Volta wirken alle Körper, welche in Folge der blossen Berührung el. Erscheinungen zeigen, die vorher nicht vorhanden waren, kurz alle Erreger des Galvamsmus durch eine eigenthümliche Kraft auf einander, durch welche das bisher zwischen ihnen bestandene el. Gleichgewicht aufgehoben, die E. in dem einen, demjenigen nämlich, der im Contact mit dem andern positiv el. auftritt, angehäuft, und in dem andern dem negativ el. werdenden, um eben soviel vermindert wird! Diese Krast hat für jedes Paar von Kurpern eine Bestimmte Grenze, welche durch den Grad der el. Spannung, die jeder derselben durch diese Bertihrung annimmt, angezeigt wird. Diese Kraft nennt Volta eine Kraft der Impulsion 1, oder des Antriebes von einem zum andern, weil sich nur nach dieser Analogie das Verhalten der E. in den beiden Körpern begreifen lasse. Er erklärt sich ausdrücklich dagegen, diese Anhäufung der E. in dem einen Körper als eine Folge etwa einer größeren Anziehung oder Capacität des positiv el. werdenden für dieles Fluidum anzusehen, weil dadurch die irrige ldee herbeigesührt würde, als wenn dieser Körper die E., die in ihm bis auf einen gewissen Grad angehäuft ist, zurückzuhalten strebte2. Vielmehr strebt die in dem positiv el. gewordenen Körper angehänfte E. mit dem Grade der Spannung, welche durch den Versuch mit dem Condensator auszumitteln ist, (Nr. 4-9), und welche er für das Zink in Berührung mit dem Silber auf 📆 o seines Strohhalmelektrometers bestimmt (wodurch zugleich das Maass der stattsindenden Impulsion gegeben ist), nach allen Seiten sich wieder auszugleichen, oder nach außen sich zu ergie-Gen, und an andere Körper überzugehen, nur nicht gegen die' Richtung, in welcher der Impuls statt findet, d. h. nach der Berührungsfläche zwischen den beiden Körpern, die auf diese Weise durch Impulsion auf einander wirken. Auf gleiche Weise strebt der negativ el. gewordene Körper in einem Grade, welcher durch seine negative Spannung angezeigt wird, seinen Mangel wieder auszugleichen, und das Quantum von E., welches er abgegeben hat, wieder an sich zu ziehen, nur nicht' von der Seite her, nach welcher er das el. Fluidum angetrieben hat, d. h. von seiner Berührungsfläche mit dem andern Körper aus. So verdienen also alle die Körper, welche auf solche Weise auf das el. Fluidum wirken, es erregen und antreiben, den Namen von Elektromotoren, vor allem aber die metallischen Körper, welchen diese Krast vorzugsweise vor andern zukommt; und was wir den Spannungsunterschied zwischen je zwei solchen galv. auf einander wirkenden Körpern nannten, ist in allen Fällen das Mals der Kraft, mit welcher sie auf einander

¹ Vgl. G. IX, 380. X. 425.

² Ebond. XII. 498.

wirken, und das el. Gleichgewicht stören, in Folge welcher Störung der eine - der andere - el. wird und je größer der Spannungsunterschied ist, von dem für sie alle gemeinschaftlichen () ausgegangen, um so größer ist auch der Grad der Impulsion, mit welcher der negativ werdende Körper auf den poaitiv werdenden einwirkt.

Die entgegengesetzten E., mit denen je zwei Körper in Folge ihrer wechselseitigen Berührung auftreten, weit entfernt sich wechselseitig zu binden oder latent zu machen, wie dieses der Fall seyn würde, wenn hier blofs diejenigen Kräfte wirkten, von welcher die gewöhnlichen el. Erscheinungen abhängen (also im Sinne der dualistischen Theorie die anziehenden Kräfte, die sie gegen einander ausüben) streben also vielmehr von den Berührungsflächen, an denen dieser ganze Process statt findet, aus einander, und eben hierin liegt das Neue und Egenthümliche jener freylich nicht weiter abzuleitenden und auf keine andere zu reducirenden Kraft, welche man die galvanische nennen mus, da jener Quelle alle die Erscheinungen entströmen, welche das Gebiet des Galvanismus ausmachen.

II. Werden die galvanisch auf einander wirkenden Körper nach dem Schema der Linie aneinander gereiht, so dass sie an heiden Enden, oder wenigstens an dem einen Ende, mit Nichtleiter der E. in Berührung stehen, so bleibt die Wirkung derselben auf einander auf blosse Spannungssetzung eingeschränkt und es tritt jedesmal ein Zustand von Gleichgewicht oder Ruhe ein, der so lange fortdauert, als in der Aneinanderreihung dieser Körper keine Aenderung vorgenommen wird. Die Ausgleichung der Impulsionen der verschiedenen Körper gegen einander bestimmt in diesem Falle den relativen Zustand der Positivität, Negativität und el. Indifferenz der einzelnen Körper, und man , kann den Process, welchen sie unter diesen Umständen mit einander eingehen, in gewissem Betrachte einen el. Ladungsprocess nennen. Sind die beiden Endglieder einer solchen Reihe von Körpern isolirt, so können diese Endglieder eben so verschiedene el. Erregungszustände zeigen, als die Art und Folge der zwischen ihnen befindlichen Körper verschieden Sie konnen beide zugleich positiv, beide negativ, der eine positiv, und der andere negativ, endlich beide 0 el. ausfallen; und dasselbe gilt auch für je zwei in dieser Reihe selbst an einander grenzende Körper. Der el. Zustand aller dieser Kör-

per wird sich jedesmal nach dem Gesetze bestimmen lassen i a. dals die Summe aller positiven und negativen Elektricitäten zusammen 0 giebt, da sie aus diesem 0 hervorgegangen sind, oder dem ganzen Quantum der angehäuften, oder positivén, E. ein gleiches Quantum verminderter oder negativer E. entsprechen muss, indem die Anhäufung in dem einen oder in mehreren Körpern der Reihe nur auf Unkosten der E. des einen oder mehrerer anderer derselben Reihe erfolgt ist und b. dals der el. Spannungsunterschied zwischen je zwei an einander grenzenden Kürpern, in welchem el. Werthe der einzelnen Factoren er auch, mit Rücksicht auf die Wirkung sammtlicher Körper der Reihe auseinander, auftreten mag, doch niemals von demjenigen abweicht, den sie schon an und für sich in der wechselseitigen Berührung mit einander geben. Sind blos Erreger der ersten Classe an einander gereiht, so folgt zwar unmittelbar aus dem Gesetze der Spannungsreihe der Nr. 19 und der darans abgeleiteten Folgerung der Nr. 23, dass die beiden Endglieder einer solchen Reihe, in welcher Ordnung sie auch auf einander folgen, keinen andern Spannungsunterschied in Beziehung auseinander zeigen, als welchen sie bei der unmittelbaren Berührung unter einander gegeben haben würden; es würde aber ein Missverständnis dieser Folgerung seyn, wenn man daraus einen in jedem Falle statt findenden 0 el. Zustand der beiden Endglieder, diese als homogen angenommen, ableiten wollte, indem hier nur von demselben Spannungsunterschiede, nicht aber von der el. Erregung, welche die Körper zu zwei mit einander geben, die Rede ist. Eine Zinkplatte zwischen zwei gleich großen Kupferplatten wird beide in gleichen el. Zustand versetzen, d. h. beide werden - 1 geworden seyn, das Zink + 1, wenn wir den Spannungsunterschied zwischen Zink und Kupfer =1 setzen; eben so wird eine Kupferplatte zwei Zinkplatten, zwischen denen sie sich befindet, auf + 1 bringen, sie selbst - 1 geworden seyn. In beiden Fällen ist der Spannungsunterschied zwischen den beiden Endgliedern derselbe, wie wenn sie sich unmittelbar berührt hätten, er ist nämlich = 0, aber die el. Erregung ist darum eine ganz andere, als die durch ihre unmittelbare Berührung gegebene, die gleichfalls () ist. Würden drei Platten Zink mit zwei Platten Kupfer, oder umgekehrt drei Platten Kupfer mit zwei Platten Zink abwechseln, so würden wir in dem einen Falle - 2 C + 2 Z - 2 C + 2 Z - 2 C in dem zweiten

Falle dieselben Werthe, nur mit entgegengesetzten Zeichen, haben. Einen Fall, wo beide Endglieder mit 0 auftreten, würde z. B. die Auseinauderfolge von Zinn, Zink, Kupfer, Kupfer, Zinn, alle in gleich großen Platten angewandt geben, wo der Spannungsunterschied zwischen Kupfer und Zinn = ‡ angenommen, für den hierbei immer zum Grunde liegenden Spannungsunterschied zwischen Zink und Kupfer = 1 die el. Zustände sich folgendermaßen verhalten würden:

0 St. + 1 Z - 1 C - 1 C 0 St.

Man sieht aus allen diesen Beispielen, die statt unzähliger anderer dienen können, dass es stets zwei Kräfte sind, welche sich wechselseitig beschränken und den el. Zustand der aneinander gereihten Korper bestimmen, einerseits die galv. Kraft, welche das el. Gleichgewicht stört, anderseits die Kraft der E. in allen mit einander in Berührung stehenden Leitern, sich auszugleichen, die jener Störung eine bestimmte Grenze für je zwei in unmitelbare Berührung stehende Körper setzt, welche diese Störung oder die Verschiedenheit ihres el. Zustandes nach einer unwandelbaren Regel nicht überschreiten kann, der el. Zustand dieser Körper mag übrigens seyn, welcher er wolle. Ist das eine Endglied einer Reihe von galv. auf einander wirkenden Körpern mit dem Erdboden verbunden, so wird dieses stets als im 0 el. Zustande besindlich angenommen, sofern man hierbei von der schwachen galv. Wirkung des Erdbodens selbst abstrahirt, das andere Endglied kann dann gleichfalls (), positiv oder negativ ausfallen, nach Massgabe der Auseinandersolge der an einander gereihten Körper, und immer wird sich nach den beiden oben angegebenen Regeln dieser Spannungszustand, so wie derjenige jedes in der Reihe befindlichen Körpers, als eine arithmetische Aufgabe leicht bestimmen lassen, wenn nur erst die Spannung, welche alle diese Körper, je zwei und zwei mit einander in Contact gebracht, geben, durch Versuche ausgemittelt ist.

Es erklärt sich nun auch leicht der Einflus der verschiedenen Umstände auf den Ausfall der Versuche mit dem Condensator, die eben auch nur auf Spannungssetzung hinwirken, indem hierbei die Körper nach dem Schema der Linie an einander gereiht sind. Ist die Condensatorplatte z. B. von Zink, und das Kupfer, womit dieselbe berührt wird, isolirt, so hat die Ladung des Condensators sehr bald ihre Grenze in der anwach-

senden Negativität des Kupfers, und die Anhänfung der B. in dem Zinke, oder die freie positive Spannung, wird um so geringer ausfallen, je größer die Capacität des Cendensators ist. Wird dagegen des Kupfer ableitend berührt, und kann es eben damit seinen Mangel immer wieder aus dem Erdboden ersetzen. so wird in dem Zinke das Maximum von Spannung oder von Anhäufung von E. sich einstellen können, da das Kupfer nur durch 0 entgegen wirkt, und diese Spannung wird nach Aufhebung der obern Platte des Condensators, nach Malsgabe der condensirenden Kreft desselben, gesteigert erscheinen. Das Kupfer wird in diesem Falle gleichsam zu einem unerschütterlichen Quell won E. bis zu dem bestimmten Spannungsunterschiede zwischen ihm und dem Zinke, dessen freier E. ein Verhältnils der Capacität des Condensators latent entspricht, die sich sogleich als freie offenbart, sobald die Bedingungen nicht mehr wirken, unter welchen diese E. gebunden wurde. Ist die Condensatorplatte von Kupfer, so kann bei ableitender Berührung des Zinke das Kupfer in dem Verhältnisse mehr abgeben, in welchem sein Mangel durch die Entgegenwirkung der oberen, Platte latent gemacht wird, und auch hier wird der im Verhältnisse der condensirenden Kraft des Condensators gesteigerte Mangel, oder die erhöhete Negativität, zum Vorschein kommen, wenn die obere Platte aufgehoben wird. Ruht eine Zinkplatte enerseits auf Kupfer und berührt andererseits eine Condensatorplatte von Kupfer, so kann das Zink die in ihm von dem untern Kupfer aus angehäufte E. der Condensatorplatte nicht abgeben, weil dise eben so stark durch Impulsion entgegenwirkt, als die untere Kupferplatte in der Richtung gegen die Condensatorplatte, und diese kann daher nicht aus ihrem 0 Zustande heraustreten, indem dieser vielmehr durch das mit dem untern Kupfer + 1 geworden Zink gefordert wird; bringt man aber einen feuchten Zwischenleiter zwischen die Condensatorplatte und das Zink, der keinen oder nur einen nicht im Betracht kommenden Impuls dieser Art ausübt, so wird das Zink seinen Uebersluss so lange abgeben, und so lange von dem untern Kupfer, welches in Verbindung mit dem Erdboden zu einem unerschöpflichen Quell wird, wieder erhalten, bis die Condensatorplatte dieselbe freie Spannung wie das Zink hat, welche es im Verhältnis der Capacität des Condensators im Quantum latenter B. entsprechen wird, das mit voller freier Spannung anstritt, so-IV. Bd. Bbb

bald die obere Platte aufgehoben wird, und also im Verhältniss der condensirenden Kraft des Condensators die Spannung des Zinks gesteigert zeigt. Auf ähnsliche Art erklären sich alle übrigen Verhältnisse jener Versuche befriedigend.

III. Vermöge der Auseinanderwirkung der nach dem Schema der Linie an einander gereihten Körper findet, wie auch aus der Erklärung der Versuche mit dem Condensator hervorgeht, eine Strömung von E. statt, welche aber in jedem Falle schnell ihr Ziel erreicht, und aufhört, sobald sich alle Körper mit einander ins Gleichgewicht gesetzt haben, und die jedem angemessene el. Erregung eingetreten ist, die dann unverändert bleibt, so lange keine Aenderung vorgenommen wird. Jede Hinzufügung eines neuen Körpers zu der bereits gebildeten Reihe verändert aber jedesmal wieder den vorher statt gehabten Zustand des Gleichgewichts in der ganzen Reihe dieser Körper; es wird also die E. abermals in der ganzen Reihe der Körper in Bewegung gesetzt, und diese Strömung, durch welche ein neuer Zustand der Anhäufung und Entziehung der E. in den Körpern bis zur Herstellung eines neuen Gleichgewichts herbeigeführt wird, kann dann durch gewisse anderweitige, doch immer nur momentane Veränderungen in diesen einzelnen Kettengliedern sich offenbaren, wovon namentlich die Zuckungen einen Beleg geben, die nach Nr. 52 entstehen, wenn das Metall, auf welchem der Nerv eines präparirten Froschschenkels liege, bloss mit einem andern Metalle berührt wird ohne das kierbei eine Schliessung der Kette vorgeht, indem diese, wenn auch noch so schwache und schnell vorübergehende el. Strömung auf sehr erregbare Organe doch noch einen hinlänglich starken Reiz ausüben kann. Jenes berührende Metall kann eben sowohl ein homogenes als ein heterogenes seyn, denn wenn gleich im ersten Falle keine Störung des bestehenden Gleichgewichts durch eine galvanische Wirkung beider Metalle auf einander statt findet, 50 erfolgt sie doch dadurch, dass das eine Metall mit dem andern sich in ein el. Gleichgewicht setzt, d. h. das Metall, auf welchem der Nerv liegt, seine Positivität oder Negativität mit dem neu hinzukommenden Metalle theilt, dadurch von seiner freien + oder -Spannung werliert, die dann durch die Auseinanderwirkung der übrigen Glieder bis zum Puncte eines neuen Gleichgewichts hergestellt wird, was ohne Strömung der E. durch den Nerven, als das nächst angrenzende Glied, nicht möglich ist. Je schneller dieser Process vor sich geht, um so schneller wird die Stromung, um so stärker der Reiz seyn, und so erklärt sich denn auch die Vermehrung des Reizes durch das Herabfallen des einen Metalls auf das andere, womit die schnellere und innigere Berührung in mehreren Puncten, und damit eine raschere Ausgleichung gegeben ist, ohne das jedoch diese Erschütterung eine nothwendige Bedingung wäre. Man übersieht anch leicht, das unter gewissen Umständen ein homogenes Metall sogar einen stärkern Reiz ausüben könnte, als ein heterogenes.

IV. Dieser Zustand des Gleichgewichts und der relativen Ruhe, zu welchem die nach dem Schema der Linie an einander gereihten Körper jedesmal gelangen müssen, hört auf, wenn sie zur Figur geschlossen werden, und die Bedingungen von der Art sind, dass die Schließung eine wirksame Kette giebt. Die bei einer solchen Schliessung eintretende, im engeren Sinne Bogenannte galvanische Action, besteht in einer fortdauernden Strömung, in einem wahren Kreislaufe der E. durch die Glieder der Kette hindurch, und ist in allen Fällen eine Folge eben jener Impulsionen, vermöge deren in den galvanischen auf einander wirkenden Körpern die E. aufgeregt, in den einen angehäuft, in der andern vermindert worden ist, und alle anderweitige Veränderungen, welche die Kettenglieder während des Geschlossenseyns erleiden, alle Erscheinungen, die in der geschlossenen Kette vorgehen, wie sie von Nr. 33 bis 53. ausführlich abgehandelt wurden, sind nichts anderes als die Wirkungen jener el. Strömung, jenes Kreislaufes, als ihrer nächsten unmittelbaren Ursache, deren Gepräge sie an sich tragen, durch das sie schon allein das Daseyn eines solchen Kreislaufes beweisen würden, wenn auch nicht die Nothwendigkeit eines solchen aus den vorangegangenen Prämissen sich von selbst ergäbe.

V. Die allgemeine Regel, nach welcher bestimmt werden kann, ob eine Kettenschließung eine wirksame ist oder nicht, d. h. ob mit dieser ein während des Geschlossenseyns der Kette selbst unaufhörlich fortdauernder el. Kreislauf eintreten werde oder nicht, ergiebt sich aus der näheren Erwägung jener in der Berührung der Körper unter einander wirksamen Kräfte und der Gesetze, nach welchen sie wirken. Jede Kette wird eine wirksame seyn, in welcher von einem der Berührungspuncte zweier Kettenglieder ausgegangen, die Summe der Impulsionen,

durch welche die E. von dem einen Körper nach dem andern in Bewegung gesetzt, angehäuft, gespanat, und zur Strömung angetrieben wird, nach der einen Seite hin größer ist, als nach der entgegengesetzten, und die Lebhastigkeit der Strömung wird zunächst abhängen von dem Unterschiede der beiderseitigen Arten von Impulsionen, und zwar wird sie nach der Seite hin geschehen, nach welcher das Uebergewicht statt findet; jede Kette wird dagegen eine unwirksame seyn, in welcher von beiden Seiten einander gleiche Impulsionen entgegen wirken and sich eben darum aufheben und dadurch jede wirkliche Strömung verhindern, so wie auch diejenigen, in welchen die Bedingungen zum Durchströmen der E. anderweitig fehlen, in welchen gewisse Hindernisse der Fortleitung der nach der einen oder andern Seite angetriebenen E. entgegenwirken. Volta hat schon in der ersten Període des Galvanismus in seinem zweiten Schreiben an Grew 1 und in seinen beiden Schreiben an VAS-SALLI diese Erklärung durch die mannichfaltigsten Typen, nach welchen die Ketten gebildet seyn können, in ein sehr helles Licht gesetzt, doch weren es in jenem Zeitpuncte immer nur Ketten, in welche muskulöse Organe eingingen, die durch das Eintreten und Ausbleiben der Zuckungen, so wie durch die Stärke derselben, das Daseyn und den Grund der Wirksamkeit einer Kette verriethen; dagegen ist in der neuesten Zeit mit mehr Vortheil die Magnetnadel als Reagens für die Wirksamkeit der geschlossenen Ketten gebraucht worden.

Dem obigen Erklärungsprincipe zufolge sind demnach unwirksame Ketten oder solche, in welchen es nicht zum el. Kreislaufe kommt,

1. alle Ketten, welche bloß aus zwei Gliedern bestehen, sie seyen nun bloß aus Erregern einer Classe oder zweier Classes sen gebildet, weil die in den beiden Berührungspuncten gegentes benen Impulsionen bei der Gleichheit der beiden Glieder einung ander gleich und entgegengesetzt sind, wie aus den Figuren anschaulich ist, wo die Pfeile die Richtung des Stromes oder der Impulsion anseigen, die stets von demjenigen Körper, welcher in Berührung mit dem andern negativ el. wird, nach demjenigen hingeht, welcher selbst positiv wird;

2. alle Ketten, welche biols aus Erregern der ersten Classe

¹ Dessen neues J. III, 107.

bestehen, in welcher Zahl und Ordnung sie auch mit einander abwechseln mögen, weil sie sich nach dem Gesetze der Spannungsreihe der Erreger der ersten Classe als gleichbedeutend mit Ketten aus bloß zwei Gliedem betrachten lassen. Da nämlich aus jenem Gesetze folgt, dels zwei solche Körper der ersten Classe einerlei Spannungsunterschied zeigen, oder dieselbe Impulsion auf einander ausüben, ob sie in unmittelbarer Berührung sich mit einander befinden oder eine beliebige Anzahl Erreger der ersten Classe und in beliebiger Ordnung zwischen ihnen liegen, so kann man in Beziehung auf je zwei Glieder, durch deren Berührung unter einender die Schließung geschieht, alle übrigen zwischenliegenden Glieder gleichsam als nicht vorhanden betrachten, womit dann abermals zwei einander gleiche aber zugleich entgegengesetzte Impulsionen in den zwei Berührungsstellen, nämlich der unmittelbaren und der durch Zwischenglieder vermittelten, gegeben sind. Dasselbe Resultat erhält man auch, wenn man die Impulsionen in den verschiedenen Berührungsstellen einzeln in Betracht zieht; immer wird sich ergeben, dass die Summe aller Impulsionen nach der einen Seite gleich ist der Summe aller Impulsionen nach der entgegengesetzten Seite.

3. Aus demselben Grunde müssen auch alle symmetrischen Ketten, oder 'diejenigen, welche durch irgend einen Schnitt in zwei gleiche und ähnliche Hälften, was die Zahl und Aufeinderfolge der Glieder betrifft, getheilt werden können, unwirksame seyn, weil auf beiden Seiten wegen der gleichen Beschaffenheit der Berührungsflächen die Summe der Impulsionen dieselbe seyn muß, welche durch ihre entgegengesetzte Richtung gegen einander sich aufheben, weswegen es dann zu keiner Strömung kommen kann.

Alle übrigen Ketten, die nicht anter eine dieser Kategorien gebracht werden können, sind dagegen wirksame, also namentmentlich a. die Ketten aus wenigstens drei gemischten Gliedern beider Classen von Erregern und also a. diejenigen, welche aus zwei Erregern der ersten Classe und aus einem Erreger der zweiten Classe bestehen, wo die Impulsion in der Berührungsstelle der beiden ersten Glieder beinahe in allen Fällen die ihr entgegenstehende Summe oder den Unterschied der Impulsionen in den beiden Berührungsstellen mit dem feuchten Erreger übertrifft, und die Richtung der Strömung bestimmt; bb. die-

jenigen; aus einem Erreger der ersten Classe und zwei Erregern der zweiten Classe, wo die Impulsion in der Berührungsstelle des einen feuchten Erregers mit dem trockenen Erreger gewöhnlich die überwiegende ist. ! b. Die Ketten aus wenigstens drei Erregern der zweiten Classe, in welchen eben, weil sie keine solche Spannungsreihe, wie die trockenen Erreger, bilden, die Impulsion in irgend einem Berührungspuncte nicht gleich seyn kann der ihr entgegenstehenden Summe oder dem ihr entgegenstehenden Unterschiede der Impulsionnn in den beiden andern Berührungspuncten. c. Die Ketten endlich aus mehr als drei Gliedern beider Classen oder der zweiten allein, bei welcher durch die Einführung eines jeden neuen Gliedes in die Kette statt des einen Berührungspunctes zwei neue eingeführt werden, deren Impulsionen unter der Bedingung, das die Kette dadurch keine symmetrische werde, mit ihrer Summe, wenn sie in gleichen Richtung gehen, oder mit ihrem Unterschiede, wonn sie einander entgegengesetzt sind, die vorher statt gehabte Strömung awar medificiren aber nicht aufheben.

VI. Die Stärke des el. Stromes oder die Quantität von E., die in einer gegebenen Zeit durch die Glieder der Kette im Kreislause sich bewegt, muß sich im Sinne dieser Theorie und den auch hier gilltigen Gesetzen der Leitung gemäß richten:

a. Nach der Größe der Total-Impulsion, die in der Richtung statt findet, nach welcher die Strömung vor sich geht. Da der Spannungsunterschied je zweier galvanisch auf einander einwirkender Körper die Größe der Impulsion, mit welcher der negative auf den positiven einwirkt, anzeigt, und zum Maßstabe dafür dient, so hat man nur jedesmal die Spannungsunterschiede in den verschiedenen Berührungsstellen, vorausgesetzt, daß sie in Beziehung auf irgend einen solchen, wie z. B. der zwischen Zink und Kupfer als Einheit angenommen, ihrer Größe nach bestimmt sind, mit gleicher relativer Lage (nämlich rechts oder links liegend) des positiven Gliedes zu summiren und beide Summen von einander abzuziehen, um die Stärke der Impulsion, welche die Strömung bestimmt, und eben damit die Stärke der Strömung selbst, so weit sie von diesem Umstande abhängt, auszumitteln.

b. Nach der Vollkommenheit der Leitung, welche in der Kette statt findet, und welche im geraden Verhältnisse der Grosse der Berührungsfläche der seuchten Leiter mit den trockenen nad unter sich, und im umgekehrten der Ausdehnung derselben steht, und sich außerdem nach dem Leitungsvermögen der einselnen Kettenglieder an und für sich und in ihrer Aneinanderreihung an einander, sofern diese nicht ohne Einflus ist, richtet.

VII. Mit der Annahme eines solchen und so bestimmten fordauernden el. Kreislaufes stimmen alle Vorgänge in der Kette nach Volta vollkommen überein, wostir gleichsam als ein experimentum crucis der Umstand spricht, dass ein künstlich erregter el. Strom, an dessen Wirklichkeit nach der Art das Experiment anzustellen, auf keine Weise gezweifelt werden kann, unter ähnlichen Umständen ganz gleiche Erscheinungen hervorbringt. Was zuerst die Erscheinungen in Ketten aus thierischen Theilen betrifft, so hat VOLTA in seiner ersten Abhandlang über die thierische E. diese Uebereinstimmung sehr klar nschgewiesen. Die E. zeigt sich als der wirksamste Reiz der Muskeln, wann sie durch die Nerven derselben und nur durch diese stromt, ohne gerade die Muskeln selbst zu erreichen. Die Entladung auch der kleinsten Flasche nach einer so schwachen Spannung, dass sie kaum noch auf das Goldblattelektrometer wirkt, bringt die lebhaftesten Zuckungen in den Muskeln hervor, wenn der el. Strom von der positiven Belegung nach der negativen genöthigt ist durch die Nerven derselben zu gehen, und zwar um so lebhafter, je länger das Stück des Nerven ist, durch welches die E. strömt, und je ausschließender die Leitung durch denselben geschieht. Dieser el. Strom einer Leidner Flasche übt auf jene Muskeln einen stärkern Reiz aus, wenn die E. genöthigt ist, den Nerven abwärts, von der positiven nach der negativen Belegung zu, als in der entgegengesetzten Richtung zu durchströmen. Da alle Modificationen der Zuckungen ihrer Stärke nach auf gleiche Weise sich in Ketten aus zwei heterogenen Metallen und den thierischen Theilen verhalten, so muss man zugeben, dass eine gleiche Ursache hierbei in Wirksamkeit gesetzt werde, nämlich ein el. Strom, welcher bei der Schliessung der Kette eben so eingeleitet wird, wie bei der Entladung einer Leidner Flasche, und von dem positiven Metalle durch den Nerven nach dem negativen hingerichtet ist, wie die Volta'sche Theorie ihn annimmt. Insbesondere erklärt sich auch aus dieser Theorie auf eine genügende Art der Einfluss der Art der Vertheilung der Metalle auf das Entstehen der Zuckungen entweder im Augenblicke der Schließsung

oder der Trennung der Kette nach Nr. 50. und macht den an sich sonst verborgenen Strom gleichsam augenscheinlicht. Sind die Metalle nämlich so vertheilt, dass der Theorie zusolge der durch die Schließung eingeleitete Strom aufwärts von den Zweigen zum Stamme und dem Centralende des Nerven bestimmt wird, so erfolgen im Augenblicke der Schliefsung selbst keine Zuckungen im gewöhnlichen Zustande einer schon etwas gesunkenen Reizbarkeit, weil in dieser Richtung, wie die Versache mit der Entladung der Leidner Flasche beweisen; der el. Strom einen schwächeren Reiz ausübt; wird aber die Kette schnell geoffnet und dadurch die Impulsion beseitigt, welche jene Stromung der E. veranlasste, so wird diese nun nothwendig in entgegengesetzter Richtung zurückströmen, und an die Stelle des aufwärtsgehenden Stromes ein abwärtsgehender treten, der als der stärkere Reiz nunmehr die Zuckungen hervorruft. Man muls nämlich zugeben, dass die E. in der Richtung, in welcher sie angetrieben wird, eine Anhäufung derselben an den Stellen besonders, an welchen sie Widerstand findet, also in den thierischen Theilen und besonders nach dem negativen Metalle him wegen Summirung der Hindernisse in dem ganzen Zwischenraume der Fortleitung durch dieselben erleiden werde, und wenn daher die Ursache der Anhäufung, jene Impulsion in der Richtung vom peripherischen Ende des Nerven her, zu wirken aufhört, so muss die E. vermöge ihres Strebens nach Gleichgewicht nach der Seite zurückströmen, von welcher aus die Anhäufung bewirkt wurde. Ganz derselbe Vorgang findet in den Versuchen statt, die zu dieser interessenten Entdeckung geleitet haben, wo nämlich durch das Herausziehen eines Funkens aus einem elektrisirten Conductor die in dem in der Nähe desselben befindlich gewesenen Froschpräparate nach diesem Ende hin angezogene und angehäufte entgegengesetzte E. sich wieder ins Gleichgewicht setzt und durch die damit gegebene Strömung einen wirksamen Reiz ausübt. Sind die Metalle auf eine entgegengesetzte Weise vertheilt, so wird zwar auch im Augenblicke der Oeffnung der Kette ein seiner Richtung nach entgegengesetzter Strom von demjenigen, welcher während des Geschlossenseyns statt fand, eintreten, da dieser aber den Nerven aufwärts geht, so wird er soviel weniger im Stande seyn Zuckungen hervorzubringen, weil er schon an sich als ein viel schwächerer Reiz wirkt und durch die vorangegangene fortdeuernde

Einwirkung der geschlossenen Kette die Reizbarkeit schon geschwächt worden ist. Volta selbst hat zwar nirgend eine Erklärung der Gesetze, nach welchen bald im Augenblicke der Schließung bald der Trennung die Zuckungen erfolgen, gegeben, die hier aufgestellte folgt aber ganz aus seinem Principe und LE HOT hat sie auf eine der angegebenen sehr nahe kommende Weise entwickelt, nur dass er dieselbe mit unhaltbaren Annahmen von verschiedenen Capacitäten der Körper für das galvanische Fluidum, worin die Metalle die übrigen Körper übertreffen sollen, und von ungleichen Quantitäten dieses Fluidums in den verschiedenen Substanzen versetzt hat 1. Den Einwurf gegen einen solchen el. Strom als den eigentlichen Reiz in diesen Versuchen, das Elektricitäten von sehr starker Spannung wie z. B. die einer geriebenen Glasröhre oder Siegellackstange, die selbst gröbere Strohhalmelektrometer zu einer ansehnlichen Divergenz bringen, auf die Nerven nur einen so schwachen Reiz ausüben, dass selbst bei unmittelbarer Berührung derselben durch diese Körper auf den höchsten Stufen der Erregbarkeit keine Zuckungen erregt werden können, hat Volta durch die Hinweisung auf die besondere Wirkungsart der E. in einem Kreislaufe beseitigt, wo in derselben Zeit eine ohne Vergleich viel größere Menge derselben durch den Nerven sich bewegt, und in dem Verhältnisse dieser Menge einen bei weitem stürkern Reiz ausfibt, als die vergleichungsweise damit ganz verschwindende Menge von E., welche eine auch noch so stark geriebene Glasröhre an den Nerven abgeben kann. Denn eben darin besteht das Eigenthümliche des Galvanismus, dass die E. hier nicht durch Spannung, sondern durch Strömung wirkt, worauf wir noch weiter unten in der Theorie der Säule zurückkommen werden.

Die Erregung von Zuckungen durch Ketten aus bloss thierischen Theilen, oder solche, in welche neben diesen bloss Körper der zweiten Classe als Glieder eingehen, oder durch Ketten aus thierischen Theilen, und bloss einem Metalle, findet nach der Volta'schen Theorie eben so leicht ihre Erklärung durch die Anwendung der unter VI. entwickelten Grundsätze für die Bestimmung des el. Kreislauses' durch die galvanische Auseinanderwirkung dieser Körper, und alle Verhältnisse, welche in den Ketten aus zwei Metallen und den thierischen Theilen vorkom-

¹ G. IX. 188.

men, müssen sich auch hier wiederholen, den Einfluß der Vertheilung der Kettenglieder auf Erregung der Zuckungen im Augenblicke der Schliessung und Trennung nicht ausgenommen. Da nach Volta's Theorie die Erreger des Galvanismus nur in ihrer unmittelbaren Berührungsfläche auf einander wirken und die übrige Masse der Körper auf die Erregung der E, an und für sich keinen Einsluss ausübt, so lassen sich leicht jene auffallenden Erscheinungen erklären, dass kleine Abanderungen der Metalle an ihrer Oberstäche Anomalien hervorbringen, dass dieses z. B. geschieht, durch Reiben derselben an andern Körpern, wdurch ihre Glätte und Dichtigkeit verändert wird oder sie einen Ueberzug eines andern Körpers erhalten, welcher, wie dunn er auch seyn mag, doch als ein ganz neues Glied zwei neue wirksame Berührungsflächen in die Kette einführt; es lässt sich erklären, wie dadurch nach den zuerst von dem Engländer Well bekannt gemachten Versuchen unwirksame Ketten in wirksame verwandelt werden können; auch erklärt sich dadurch sehr leicht der scheinbar so suffallende Hauchversuch v. HUMBOLDT's, von welchem dieser berühmte Physiker sagt, dass unter allen physikalischen Versuchen, welche er je die Freude gehabt habe in Gegenwart anderer Physiker anzustellen, er keinen gefunden, der wegen seiner unendlichen Feinheit so in Erstaunen setze als dieser, wo die Wirksamkeit einer Kette von einem bloßen Hauche oder einer gleichsam verschwindenden Schicht einer verdampfenden Flüssigkeit abhänge 1. Es muss nämlich eine ganz andere Wirkung eintreten, wenn sich zwei Metalle unmittelbar herühren, als wenn sich eine auch noch so dünne Schicht Feuchtigkeit awischen ihnen befindet, durch deren Zwischentreten augenblicklich die starke Impulsion, durch welche zwei solcher Metalle auf einander wirken, aufgehoben wird, und eben dadurch eine vorher unwirksame Kette in eine hüchst wirksame verwandelt werden kann, indem von zwei einander entergengesetzten Impulsionen, die sich einander im Gleichgewichte hielten, nach Beseitigung der einen, die andere dann eine starke Strömung in Fig. der Richtung, in welcher sie wirkt, hervorbringen muss. Die 110 Figuren zeigen das Verhältniss solcher zweier Ketten gegen einan-111. der, wovon die erste eine symmetrische und daher unwirksame, wegen der gleichen, aber einander entgegengesetzten. Impulsio-

¹ Ueber die gereizte Muskel- und Nerveufaser. I. 79.

nen GZ durch die Interposition des fenchten Leiters F, sey es anch nur eine Hauchschicht, wenn sie nur hinreicht die unmittelbare metallische Bertihnung von G und Z an dieser Seite zu hindern, in eine höchst wirksame verwandelt wird, indem nun die Impulsion GZ auf der linken Seite aushört, und die Impulsion GZ auf der rechten Seite die Richtung des el. Stromes bestimmt, so ferne G Gold Z Zink bedeutet, an deren Stelle auch zwei andere beliebige Metalle genommen werden können, jedoch unter der Bedingung, dass die Impulsion, die durch ihre Berührung gegeben ist, nach ihrer Seite hin stärker sey, als die von den beiden in die Kette nen eintretenden Berührungsflächen GF und FZ abhängige, etwa in entgegengesetztem Sinne eintratende Impulsion, was bei Anwendung des blossen Wassers jedesmal der Fall seyn wird, weil alle Metalle mit demselben nur eine sehr schwache el. Erregung eingehen. Dieselbe Kette muß aber sogleich wieder zur wirksamen werden, wenn auch auf der Fig. andern Seite ein feuchter Leiter interpolirt oder nach Humboldt'- 112. scher Weise, worin eben das Ueberraschende liegt, beide Flächen des einen trockenen Erregers, die sich zwischen zwei andem, aber unter sich homogenen Erregern befinden, behaucht, oder mit der dünnsten Schicht einer verdampfenden Flüssigkeit belegt werden. Dals die Beschaffenheit des interpolirten feuchten Leiters einen Einstuß auf die Stärke der Zuckungen äußern müsse, leuchtet von selbst ein, da die an den neuen Berührungsstellen eintretenden Impulsionen nach Verschiedenheit desselben in einem günstigen oder ungünstigen Sinne für die, die Strömung hauptsächlich bestimmende, Impulsion wirken können, indels bezweifte ich sehr, dals ihr Vermögen eine unwirksame Kette in eine wirksame zu verwandeln, in irgend einem bestimmten Verhältnis mit ihrer Leichtigkeit zu verdampfen stehe; denn wen. auch gleich diese Ansicht v. HUMBOLDT's durch die besonders günstige Wirkung des Vitriol-Aethers, bei Interpo-Fig. lirung desselben in Form z. B. eines Tropfens zwischen Z und 110. 6 begünstigt wird, so steht dieser Annahme die eigene Beobachtung ve Humboldt's entgegen, dass Blut unter gleichen Umständen stärker als Milch und Wasser wirke, von welchem man doch nicht behaupten kann, dass es geneigter sey, gasformige . Stoffe auszudampfen. Auch beruht die Behauptung v. Hum-BOLDT's, dass bei Behauchung des auf dem als Nervenarmatur Fig. dienenden Gold liegenden Zinks die Muskeln convulsivisch er-113.

schüttert werden, gleichviel ob der Muskelleiter G von Gold die feuchte oder trockene Stelle von Z berühre, gewiss auf dner Täuschung. So oft ich wenigstens bei Anstellung des Versuchs auf die angezeigte Weise den Zink an einer trockenen Stelle berührte, blieben die Zuckungen jedesmal aus, die sich sogleich mit der größten Lebhaftigkeit einstellten, wenn die naß gemachte Stelle des Zinks berührt wurde, die dann aber nach einiget Zeit abermals ausblieben, wenn die Fouchtigkeit durch allmäliges Verdampfen wieder verschwunden war. Wie die Versuche über Erregung von Zuckungen durch bloße erschütternde Berührung der Nerven-Armatur mit einem beliebigen anderen Metalle, wobei keine Schliessung einer Kette statt findet, doch in der Volta'schen Theorie ihren Erklärungsgrund haben, ist bereits oben gezeigt worden. Selbst die scheinbar ganz anomalen und dem Volta'schen Princip widersprechenden sogenannten pseudogalvanischen Versuche Ritten's (Nr. 52) in denen bei der Schließung und Trennung von an sich unwirksamen Ketten unter besondern Bedingungen doch sehr lebhafte Zuckungen sich einstellen, die folglich von einer andern Action abhängen, wel-'che auf jene Momente selbst nur eingeschränkt ist, aher während des Geschlossenseyns nicht fortdauert, lassen sich in Einklang mit der Theorie bringen. RITTER hat selbst im Sinne derselben eine Erklärung zu geben versucht, die mir aber unrichtig scheint. "Dass jede Reihe von sich berührenden elektrischen Leitern (heisst es in seinem hierher gehörigen Aufsetze 1), die nicht genau mit demselben aufhört, mit welchem sie anfängt, an ihren beiden sich nicht unmittelbar berührenden Enden zu was immer für einem Grade el. Spannung freie unter sich verschiedene Elektricitäten zeigt und zeigen muß, ist bekannt. Wir wollen ihre absolute Quantität für das eine Ende der Reihe mit Fig. 1 + und das andere mit 1 — bezeichnen, und die Figur drücke diese Reihe mit ihren Enden aus. Dis absolute Quantität von B. der beiden Enden dieser Reihe wird übrigens zugleich ihre elektrometrische seyn, denn man theile Z oder W und untersuche die weggenommenen Endtheile für sich, so werden sie noch genau dasselbe 1+ und 1- zeigen, wie zuvor in der Verbindung (die Beweise haben Versuche an Volta's Säule geliesert). Jetzt aber biege man die Reihe zum Kreise um, d. h. man verwandle

¹ Gehl, VI. 446.

Fig. 114 in Fig. 115, und schließe in C. Auch nehme man fürsFig. este an, Z und W stehen bereits in der genau so großen und 115. so vertheilten Spannung, als sie auch nur bei wirklicher unmittelbarer Berührung unter einander, oder, befand sich auch zwischen Z und W innerhalb gar nichts weiter" (bildeten sie also nur eine Kette aus bloss zwei Gliedern) "als die blossen Verlängerungen von ihnen selbst, doch bei wiederholter oder zweiter solcher Berührung unter einander realisiren könnten. Dennoch werden Z und W nicht in el. Ruhe bleiben, sondern wie, wo irgend heterogene Leiter sich berühren, wird jetzt eine Condensation des 1+ und des 1- eintreten, deren Große durch den Grad der Heterogeneität dieses Körperpaares und durch die Ausgedehntheit der Berührungsflächen selbst bestimmt wird. Zwar wird das ansängliche 1 + und 1 - von Z und W hierdurch für einen Augenblick auf bloße Brüche von der anfänglichen elektrometrischen Größe zurückgebracht, aber nicht bloss dieses Z und W, sondern die ganze noch zwischen ihnen besindliche Körperreihe wird dazu beitragen, dieses elektrometrische 1 + und 1 -- , der Condensation ungeachtet, wieder herzustellen und zu behaupten. So lange dieses dauert, wird durch die ganze Kette Action seyn müssen, freilich nur eine sus momentane, aber doch hinlängliche, um eine Reaction der gehörig reactionsfähigen Glieder derselben hervorzurufen. Wird später Z wieder von W getrennt, und ist die Trennung vollständig, so werden die vorher durch die Condensation von 1 auf (1+x)+E und (1+x)-E erhobenen Elektricitäten" (wegen ansgelöster Condensation von Z und W), "indem die Reihe blos die Spannungen 1 + und 1 - E zu unterhalten vermeg, wieder zurückfließen, alle Glieder der Reihe werden hiervon wieder afficirt, und die gehörig reagirenden reagiren von neuem. Unter übrigens gleichen Umständen wird die Größe der Wirkung allemal der Größe der entstehenden oder aufgehobenen Condensation proportional seyn und dass diese bei Metall und einer Flüssigkeit, die jenes an mehreren und vielen Puncten zugleich berührt, vorzüglich groß seyn müsse, ist klar. Stehen Z und W vor Schließung des Kreises durch sie in einer geringern oder größern Spannung von 4 für Z und + für W, als nach der Schliessung sich behaupten kann, so wird im erstern Falle die momentane Action der Kette dadurch vergrößert, im letzteren verkleinert, also bloß dem Grade

nach geändert werden. Haben endlich Z und W vor der Schlie-Isung, wie auch dieser Fall möglich ist, die umgekehrten Elektricitäten von denen, die sie nach derselben unter Condensation zu behaupten haben, so kann dieses bei sonst gleicher Spannung von Z und W während der unmittelbaren Berührung ebenfalls nur dienen, den Grad der momentanen Actionen bei der Schliefsung und Trennung der Kette zu vergrößern."

Alle Erscheinungen, die Retten aus diesem gleichsam neuen Principe pseudogalvanischer Action ableitet, sollen Fig. durchaus ihrer Ursache proportional seyn. So soll auch, wenn 116. Z und Z Zink, S Silber (alles trocken) bedeuten, und mit S bei a oder \(\beta \) geschlossen wird, einige Condensation der Elektricitäten von den sich berührenden Z und S statt finden, da sich aber feste Metalle der Regel nach (?) fast nur in Puncten berühren, eben darum die Condensation nur eine sehr geringe seyn, weswegen dann auch die für die Kette daraus entstehende momentane Action zu klein ist, um je Zuckungen hervorzubringen. Ist dagegen S Wasser oder ein sich mehn anschließender feuchter Körper, so ist die dann eintretende Condensation in dem Verhältnisse der mehr ausgebreiteten Oberstäche viel grö-Iser, die ganze Rückwirkung der Kette in demselben Verhältnisse zunehmend, und die Zuckung wird bei nur mäßiger Erregbarkeit der Froschschenkel dann auch gewiss nie im Augen--blicke einer solchen Schliessung ausbleiben, wenn gleich die Kette als eine symmetrische nach geschehener Schließung als eine unwirksame anzunehmen ist.

Diese Erklärungsart RITTER'S scheint mir indess ein an sich richtiges Princip auf eine unrichtige Art anzuwenden, und ausserdem noch einige irrige Annahmen zu enthalten. Das Charakteristische einer jeden nach ihrer Schließung unwirksamen Kette, oder eine Kette, die im Sinn der Volta'schen Theorie keinen el. Strom einleitet, besteht eben darin, dass vor der Schließung an jeden zwei Flächen, die durch die Schließung mit einander in Berührung gebracht werden, schon das vorhanden ist, was durch die Berührung gesetzt werden soll, folglich durch die Schließung selbst keine neue Action gegeben ist, vielmehr alles in dem Zustande bleibt, wie es sich befand, so lange die Körper nach dem Schema der Linie an einander gereiht waren. Man kann also Ritten darin nicht beistimmen, das bei Ketten, die nach der Schließung unwirksam bleiben, je zwei Glieder

einen andern el. Spannungsunterschied haben können, als durch die Schliefsung selbst gefordert ist. Eben so wenig kann man aber auch zugeben, dass nach geschehener Berührung das + des einen Gliedes durch Condensation das - des andern Gliedes latent mache und umgekehrt, und durch diese Condensation selbst gleichsam zu neuer èl. Erregung und Strömung auffordere, um den el. Spannungsunterschied wieder herzustellen, der durch die Natur der beiden Körper in der wechselseitigen Berührung gefordert wird. Denn offenbar würde dasselbe für jeden neuen Antheil von + und die durch eine neue Wirkung der Glieder der Kette herbeigeschafft werden, gleichmäßig gelten; auch sie müßten sich abermals condensiren und wechselseitig vollkommen latent machen, wenn das Princip der Condensation in RITTER's Sinne hier anwendbar wäre, indem wegen der unmittelbaren Berührung das + ein ihm vollkommen gleiches - auf O herabbringen mülste, und die davon abhängige Wirkung würde dann im Wesentlichen nicht verschieden seyn von dem, was man die galvanische Action einer wirksamen geschlossenen galvanischen Kette zu nennen hat. Wohl finden aber jene pseudogalvanischen Versuche eine genügende Erklärung in dem Principe der Condensation, sofern man sich diese als vor der unmittelbaren Berührung wirksam denken muss. Jedem Acte der wirklichen Schlielsung oder der physischen Berührung muß nämlich nothwendig die Annäherung vorangehen, die bis zur Berührung fortdauernd zunimmt, wo sie dann ihr Maximum erreicht hat. Indem nun das + und --- der beiden Endglieder in diesem Acte der Annäherung immer stärker auf einander wirken, machen sie sich wechselseitig immer mehr latent, die el. Spannung in jedem der Glieder sinkt also in demselben Verhältnisse, aber die galvanische Action der nach dem Schema der Linie an einander gereihten Glieder geht fortdauernd darauf hin, das + und - auf dem bestimmten Grade von Spannung zu erhalten, es muss also immerfort E in Bewegung gesetzt werden, um einerseits das geforderte +, andererseits des geforderte - wieder herzustellen, und zwar um so lebhafter, je näher sich die Endglieder kommen und je rascher die Annäherung ist, und die dadurch veranlasste Strömung wird nach Umständen lebhast genug seyn, um durch Nervenreizung Zuckung zu erregen. Im Augenblicke der wirklichen Schlieseung wird aber diese Wirkung vielmehr aushören, statt, wie Ritten annimmt, verstärkt zu werden, weil alsdann die mit der Berührung gegebene galvanische Kraft der condensatorischen entgegenwirkt und ihre Wirkung aufhebt; denn eben darin liegt das Eigenthümliche jener Wirksamkeit, dass die entgegengesetzten Elektricitäten, die durch die Berührung zweier Körper unter einander erregt werden, statt sich an der Stelle ihrer Erregung wechselseitig zu binden, vielmehr von da aus nach außen thätig werden und mit freier Spannung austreten.

Dass auch die Versuche über die Einwirkung galvanischer Ketten auf die Sinnorgane aus der Annahme eines el. Stromes, welchem die Nerven derselben in der geschlossenen Kette unterworsen sind, ihre naturgemäße und mit anderen Ersahrungen übereinstimmende Erklärung erhalten, dient zu einer neuen Bestätigung dieser Theorie. Der säuerliche Geschmack auf der Zungenspitze bei positiver Bewaffnung, wo die E. der Theorie gemäß einströmt, stimmt ganz überein mit dem säuerlichen Geschmacke, welchen die in Form eines Pinsels aus einer etwas stumpsen Spitze in die Zungenspitze einströmende (positive) E. hervorbringt, und eben so erregt die negative E. einen mehr scharfen Geschmack, ähnlich demjenigen, der bei negativer Bewaffnung der Zungenspitze durch die aus derselben ausströmende E., die das Aequivalent der Einwirkung der negativen E. im Sinne der Franklin'schen Theorie ist, erregt wird.

Jene blitzähnlichen Erscheinungen vor den Augen lassen sich gleichfalls durch die Entladung einer sehr schwach geladenen Leidner Flasche durch den Augapfel oder auch nur durch das oben naß gemachte Augenlied, mit welchem man den Knopf der Flasche in Berührung setzt, während man das äußere Beleg in der Hand hält, hervorbringen, so wie denn überhaupt Reize von der verschiedensten Art, namentlich mancherlei mechanische, die auf das Auge einwirken, in den Sehnerven die specifische Empfindung, durch welche er reagirt, Lichterscheinungen unter mancherlei Gestalten als Blitze, Funken u. s. w. hervorbringen. Wenn aber auch durch die Einwirkung der gewöhnlichen E. nicht vollkommen mit den galvanisch erregten übereinstimmende Empfindungen hervorgebracht werden können, so giebt die Theorie auch hiervon hinlängliche Rechenschaft, indem ein solcher fortdauernder Strom von E., wie ihn die geschlossene Kette giebt, und eine solche Quantität, als hierbei auf den Nerven fortdauernd einwirkt, durch unsere anderweitigen Methoden E. zu erregen, und namentlich selbst nicht durch

unsere wirksamsten Elektrisirmaschinen, in Bewegung gesetzt werden kann, wie bei der Betrachtung der Volta'schen Säule noch weiter gezeigt werden wird. Bei der von großen Conductoren oder Leidner Flaschen aus in Bewegung gesetzten E. bleibt vielmehr die Wirkung relativ auf einen Augenblick eingeschränkt, sosern der Funken beider eine mehr momentane Einwirkung ist, und hierbei die E. mit einer ohne Vergleich viel größeren Spannung wirkt, als diejenige ist, mit welcher sie in der Kette selbst zur Strömung gebracht und in dieser fortdauernd unterhalten wird, wodurch die davon abhängigen Empfindungen wesentlich modificiet werden müssen.

56. VIII. Derselbe el. Strom, welcher alle jene merkwürdigen Erscheinungen in der Sphäre des Lebens hervorbringt, ist auch ferner nach Volta die einzige nächste und zureichende Ursache der chemischen Wirkungen, der Temperatur-Veränderungen und der magnetischen Thätigkeit, welche in der wirksamen geschlossenen Kette auftreten. Volta hat seine Theonie zunächst nur auf den Strom der Säule und seine Wirkungen angewandt, aber alles was für diese gilt, läßt sich in aller Strenge auch von dem el. Strome der einfachen Kette behaupten, da dieser von jenem nur durch den Grad der Stärke ahweicht, und in der That auch alle Wirkungen und in derselben Form hervorbringt, welche in ihrer Verstärkung durch die Säule zuerst deutlicher erkannt wurden. Uebrigens hat Volta gleichsam nur die ersten Züge einer eigentlichen Erklärung hingeworfen. "Es wird hier genug seyn, (außert er sich) zu bemerken, dass zu diesen Wirkungen, nämlich der Zersetzung des Wassers und der Oxydirung der Metalldrähte u. s. w. ein sehr reichlicher el. Strom erfordert wird, damit das el. Fluidum beim Austritte aus dem Metalldrahte in das Wasser und beim Zurücktritte in den andern Draht recht gedrängt und zusammengezwängt sey, und aufverhältnismässig wenig Wassertheilchen seine Wirkung ausübe, um diese schlecht leitenden Theilchen gleichsam zerreisen und zersetzen zu können. Ein solcher Strom wird aber durch meinen Apparat viel vollkommner erregt und unterhalten, als durch die wirksamste Elektrisirmaschine " 1.

Zur Bestätigung dieser Sätze war es von der größten Wichtigkeit, theils eine befriedigende Erklärung der eigenthümlichen

¹ G. XII. 509. 510.

IV. Bd.

Form, unter welcher hier der chemische Process auftritt, diesen Sätzen gemäß zu geben, theils durch directe Versuche zu beweisen, dass auch die gewöhnliche E. unter ähnlichen Bedingungen ähnliche Wirkungen hervorbringe. Was nun den Haupterfolg betrifft, durch welchen alle übrigen chemischen Veränderungen mehr oder weniger bestimmt werden, und welcher zugleich den Typus aller übrigen darstellt, nämlich die Zersetzung des Wassers mit im Raume getrenntem Auftreten der Bestandtheile desselben an den beiden, durch eine mehr oder weniger ausgedehnte Schicht von Flüssigkeit aus einander gehaltenen, Metallen, so existirten vor der Entdeckung der Säule nur die Versuche der holländischen Chemiker Paets van Troostwik und Deimann 1 über die Wasserzersetzung durch den el. Funken, welche später von Pearson 2 wiederholt wurden, die eine ähnliche Einwirkung der E. auf das Wasser zeigten. Jene ersteren hatten nämlich gefunden, dass wenn el. Entladungsschläge von einer nicht zu kleinen Flasche (die ihrige hatte einen Quadratfuls Belegung) von dem Ende eines Drahtes zum andern, die in einer mit Wasser gefüllten Röhre etwa 1 oder 1,5 Lin. von einander abstanden, durch das Wasser geleitet wurden, sich aus diesen ein Gemisch von Saderstoftgas und Wasserstoffgas gerade in dem Verhältnisse, in welchem dasselbe beim Verbrennen Wasser giebt, entbinde, welches Gemisch dann durch den el. Funken nachmals wieder zu Wasser verpufft werden konnte. Diesem Gemische war jedoch eine kleine Menge eines Rückstandes beigemengt, der ohne Zweifel von der in den Zwischenräumen des Wassers befindlichen Luft herrührte, denn je öfter sie den Versuch mit demselben Wasser wiederholten, indem sie durch neue Entbindungsschläge eine neue Gasentbindung bewirkten, das Gasgemenge durch den el. Funken selbst wieder abbrannten und den unverbrannten Rückstand aus der Röhre austreten ließen, um so geringer wurde der Rückstand, bis er endlich fast gänzlich verschwunden war. Indels hatten diese Physiker nicht näher bestimmt, von wo aus sich das Gas entwickelte, vielmehr bemerkten sie nur, dass bei jedem Schlage, wobei sie

¹ Journal de Physique Nov. 1789 übers. in Gren's Journal der Physik II. Bd. 1. St. 8. 132. ff.; auch in Cavallo's vollst. Abk. II. S. 321.

² Philos. Transact. for 1797. p. 142-158.

einen Funken an dem Ende eines Drahtes wahrnahmen, sich zwischen den beiden Enden eine Menge sehr kleiner Luftblasen in einem beständigen Strome zeigten, die sich als mehrere und größere Blasen entwickelten, wenn stärkere Schläge durch das Wasser geleitet wurden, in welchem Falle sie einen Lichtstrahl von dem obern Drahte in das Wasser gehen sahen.

Pearson bestimmte diese Erscheinungen näher dahin, dass die Luftblasen sich von beiden Drähten aus entwickelten, nicht aber ob beide Arten von Gas von jedem, oder jede Gasart besonders und getrennt erzeugt würde. Die Gasentbindung in diesen Versuchen war indess ihrer Menge nach nur sehr gering, da es nach Pearson 70 - 80000 Schläge bedurfte, um einen einzigen Kubikzoll Gas zu erhalten. Diese Resultate waren demnach nachweit entfernt, eine Uebereinstimmung der Wasserzersetzung durch E. mit derjenigen auf galvanischem Wege darzustellen. Wollaston gelang es zuerst, den Zersetzungsversuch des Wassers durch die gewöhnliche E. dem galvanischen mehr zu verähnlichen 1. Erst ließ er gewöhnliche el. Funken von dem positiven und negativen Conductor zugleich auf die in Haarrohrchen eingeschmolzenen, in eine höchst feine Spitze ausgehenden Drähte überschlagen. Je feiner der Draht war, um so kleiner musste die Länge der überschlagenden Funken seyn, bei 1300 Z. Dicke war ein 10 Z. Länge, bei 10 Z. Durchmesser des Drahts & Z. Länge des Funkens nöthig. Es gelang ihm aber auch, durch den blossen el. Strom einer wirksamen Maschine das Wasser zu zersetzen, wenn er die feinsten Goldfäden anwendete, die durch Verjagung der Säure einer Goldanflösung in einem Haarröhrchen, welches auf diese Weise innerlich mit einem Goldhäutchen überzogen und dann zusammengeschmolzen war, erhalten werden konnten. Verband er nun zwei solche künstlich bereitete Golddrähte den einen mit dem positiven, den andern mit dem negativen Conductor, so zeigten sich an beiden Enden Gasbläschen, aber doch mit der avesentlichen Verschiedenheit von dem Versuche der Gasentbindung sowohl in der einfachen Kette, als auch in der Gasentbindungsröhre der Volta'schen Säule, dass Sauerstoffgas und Wasserstoffgas an beiden Enden zugleich auftreten. VAN MARUM wiederholte diesen Versuch mit einer kleinen Abanderung 2. Er steckte

¹ G. XI. 104.

² Ebend. XI. 21.

Fig in ein feines Haarröhrchen, dessen innerer Durchmesser kaum 110 Z. betrug, einen Eisendraht a, der ungefähr 100 Z. dick und 12 Z. lang war, und verschloss das Ende der Röhre so mit Siegellack, das die Drahtspitze nur eben zum Siegellack heraus ragte. Die so zuhereitete Thermometerföhre wurde in eine viel weitere Röhre voll Wasser durch einen Endkork nach Art der Drähté eines Gasapparats hineingeführt, und alles übrige wie gewöhnlich beim Gasapparate der Volta'schen Säule eingerichtet. Liefs nun van Manum den kräftigen el. Strom seiner kleineren Scheibenmaschine 1 durch diesen Apparat hindurchgehen, indem er die Thermometerrohre 3-4 Linien vom Leiter der Maschine entfernt hielt, so erhielt er eine fast eben so schnelle Wasserzersetzung als durch eine Volta'sche Säule aus 100 Schichtungen. VAN MARUM bestimmte übrigens nicht näher, wie sich die Gasentbindung an den beiden Drähten und insbesondere an dem Eisendrahte verhielt, und ob sich dieser etwa oxydirte, während sich zugleich Wasserstoffgas davon entband. befriedigendere Resultate als für eine vollkommene Uebereinstimmung der Wasserzersetzung durch gewöhnliche und durch galvanische E., als die beiden zuletzt angesührten Versuche gewährten vollends die von RITTER angestellten 2. Er bediente sich dazu einer Scheibenmaschine von nicht mehr als 30 Z. im Durchmesser und zwar wandte er den blossen Strom ohne alle Schlagweite an, indem er den einen Draht der Röhre mit dem Conductor der Maschine in unmittelbare Verbindung brachte, von dem andern aber eine gute Ableitung nach dem Erdboden gehen ließ. Die Röhre selbst war 4 Z. lang, 3 L. weit und mit destillirtem Wasser gesüllt. Die Drähte standen frei in dem Wasser und ihre Enden 3 L. von einander ab. In dem ersten Versuche war der eine Draht von Zink, der andere von Platin und jener gegen die Spitze & L. dick, dieser aber durch und durch nicht stärker; jener wurde mit dem positiven Conductor, dieser mit dem Erdboden in Verbindung gesetzt. Nach dreissig Umdrehungen der Maschine, stiegen einzelne Bläschen vom Platindrahte auf, und bald bildete sich ein sehr seiner Gasstrom, der ununterbrochen vom Drahte in perpendiculärer Richtung ausging, und so lange anhielt, als die Maschine gedreht wurde,

¹ S. Wörterbuch III. Bd. S. 462.

² El. System S. 173 - 175 Anm.

während sich am Zinkdrahte keine Spur von Gas, wohl aber eine nach und nach zunehmende, von Oxydation herrührende. Mattigkeit seiner vorher glänzenden Spitze zeigte. Bei lange fortgeselztem Versuche zeigte sich am Zinkdrahte sogar ein Anflug vom weißem Zinkoxyd. Wurde dem Zinkdrahte ein Platindraht von 1 Lin. substituirt, so war die Gasentwickelung am negativen Platindrahte weniger reichlich, es kam zu keinem eigentlichen continuirlichen Gasstrome mehr, aber auch am positiven Platindrahte entwickelten sich Gasblasen, sie waren groser als die negativen (Hydrogendrahte), ihre Zahl aber weit geringer, und zu einem continuirlichen Gasstrome kam es hier noch weniger. Dieser Versuch RITTER's ist vorzüglich dadurch interessant, dass er eine vollkommene Gleichheit der chemischen Wirkung des continuirlichen Stromes der gewöhnlichen, durch Reibung erregten, E. mit derjenigen des galvanischen Stroms zeigt, was bei dem Versuche Wollaston's und van Manum's nicht ganz der Fall ist, und eben dadurch die Realität eines el. Stromes in der einfachen Kette selbst beweist. Das abweichende Verhalten in WOLLASTON'S Versuchen lässt sich aus der geringeren Energie der von ihm angewandten Maschine einigermaßen begreifen. Uebrigens muls ich hier bemerken, dass es mir mit meiner sehr wirksamen Elektrisirmaschine 1 unter Anwendung von Eisendrähten Nr. 16 oder nur von Tto Z. Durchmesser nicht gelungen ist, durch den blossen Strom auch nur eine Spur von Wasserzersetzung zu erhalten. Dass in Ritten's Versuchen Zinkdraht sich soviel wirksamer zeigte, stimmt gleichfalls mit dem ähnlichen Verhalten desselben in den galv. Versuchen, namentlich in der Gasentbindungsröhre überein und scheint mit seinem vorzüglichen Leitungsvermögen für E. in Beziehung zu stehen. Uebrigens liefern diese Versuche einen auffallenden Beweis von der außerordentlichen Quantität der E. verglichen mit derjenigen auch einer sehr wirksamen Elektrisirmaschine, welche eine recht wirksame einfache Kette z. B. aus Gold oder Silber, Zink und Salzsäure liefert, indem an jedem Puncte der Gold - oder Silbermünze eine eben so reichliche Gasentwickelung sich zeigt, als an dem Ende des feinen Drahtes, in welchem die ganze Wirkung der Maschine sich concentrist.

¹ Vergl. die Beschreibung derselben in diesem Wörterbuche III. Bd. S. 443.

DAYY änderte diesen Versuch so ab, das eine seine, in Glas eingeschmolzene und mit dem positiven Leiter der Elektrisirmaschine verbundene Platinspitze in Wasser in isolirtem Zustande getaucht, und die E. vermittelst angeseuchteter Baumwollensäden in die Atmosphäre zerstreut wurde; es bildete sich Sauerstoffgas mit ein wenig Stickgas gemengt, und wenn derselbe Apparat mit dem negativen Leiter verbunden war, so entstand Wasserstoffgas mit einer kleinen Menge Sauerstoffgas gemengt. Nach der kleinen Menge der beigemengten fremden Gasarten, die in keinem Falle mehr als 1 des Gasvolumens hetrug, konnte man annehmen, das sie von der Entwickelung der im Wasser besindlichen gemeinen Lust herrührten 1.

Außer jenem Wasserzersetzungsversuche ahmte Wolla-STOR auch noch in einem andern Versuche die Wirkungen des el. Stroms der Kette durch den el. Strom einer Elektrisirmaschine nach. Ein Chartenblatt mit Lackmus blau gefärbt und beinahe trocken, über welches ein Strom el. Funken zwischen zwei Goldspitzen, die das Papier berührten und einen Zoll von einander abstanden, strömte, wurde am positiven Drahte sichtbar roth, und die negative stellte die Blaue wieder her. Doch erfolgte diese Veränderung schneller durch den Volta'schen Apparat. Endlich gelang es DAVY vermittelst in Glasröhren eingeschmolzener Platinspitzen von 1 Z. im Durchmesser, durch den blossen el. Strom der Maschine Salze ganz auf dieselbe Weise zu zersetzen, wie die Zersetzung durch die einfache Kette oder die Säule erfolgt, dass nämlich der basische Bestandtheil (z. B. das Kali) sich um den negativen Draht, der saure Bestandtheil (z. B. die Schwefelsäure) um den positiver Draht ansammelte, wozu jedoch schon bei 4 Gran eines Salzes, wie des schwefelsauren Kali's, 2 Stunden erforderlich gewesen waren 2.

57. Auf welche nähere Weise aber der el. Strom der galv. Kette, welcher als die hierhei thätige Ursache nach allem bisherigen wohl zugegeben werden muls, die Zersetzung des Wassers und überhaupt alle nach demselben Typus erfolgende Zersetzungen der im Wasser aufgelösten zusammengesetzten Substanzen unter jener eigenthümlichen Form des getrennten Auftretens der Bestandtheile (nach Nr. 34 und 35), und wie ein fester Leiter, der die Continuität des Flüssigen unterbricht, jene

¹ Gchl, Journ. V. 32.

² Ebendaselbst.

merkwürdige Verdoppelung des Zersetzungsprocesses (nach Nr. 36) bewirke, ist eine Aufgabe, welche die Theorie an diesem Orte nicht ungelöst übergehen darf; denn wenn gleich die sich hierauf beziehenden Erscheinungen noch viel auffallender an den beiden Polen der Volta'schen Säule zum Vorschein kommen, und die detreffenden Erklärungen gewöhnlich nur diese . zum Augenmerk gehabt haben, so gilt doch alles auf gleiche Weise, auch für die einfache Kette, da die Wirkungen der Säule sich nur dem Grade nach von denen der Kette unterscheiden. In dem einfachsten Falle, wenn der flüssige Leiter ein Continuum zwischen den beiden trockenen Erregern bildet, erscheint jedesmal der Wasserstoff in gasförmigem Zustande am positiven Metalle, wenn kein durch diesen leicht reducirbares Metalloxyd in der Auflösung sich befindet, und der mit dem positiven Metalle sich verbindende Sauerstoff ist dann das Aequivalent des in der Gasentbindungsröhre am positiven Drahte, wenn dieser aus einem, keine merkliche Anziehung zum Sauerstoff habenden Metalle, wie Gold oder Platin besteht, auftretenden Sauerstoffgase. Eben so begeben sich die beiden Bestandtheile einer im Wasser aufgelösten zusammengesetzten Substanz, wenn sie durch die einsache Kette zersetzbar ist, getrennt und geschieden nach einer festen Regel, der eine an das positive, der andere an das negative Metall, und treten entweder frei auf, oder verbinden sich mit demselben, wenn dieses eine Anziehung zu demselben hat. Hier entsteht nun die Frage: Wo bleibt einerseits der Sanerstoff an dem Orte, wo sich nichts als Wasserstoff zeigt, und we bleibt der Wasserstoff an dem Orte, wo nie Sauerstoff zum. Vorschein kommt, wenn hierbei wirklich eine Wasserzersetzung zum Grunde liegt; und wie gelangen die respectiven Bestandtheile der zersetzten Materie an die Orte, von denen sie vorher entsernt waren. Die meisten Physiker haben diese Aufgabe, am befriedigendsten durch die Annahme eines doppelten el. Stromes der dualistischen Theorie gemäß zu lösen geglaubt und in diesen Erscheinungen selbst den entscheidendsten Beweis für diese Theorie gesunden. Die Erklärung selbst ist aber nicht auf gleiche Weise gegeben worden, und man kann zweierlei Formen derselben unterscheiden. Die erste ist zuerst von Theodon YON GROTTHUSS genaner entwickelt worden 1. Die Hauptidee,

¹ Aus. de Ch. Tome 58; and dessen phys, chem. Forschungen 3, 115.

welche hierbei zum Grunde liegt, ist, dass eine ähnliche Polarität zwischen den Elementen des Wassers statt finde, wie zwischen den beiden Metallen der Kette, durch welche die Wasserzersetzung vermittelt wird. Nimmt man nämlich an. dass in dem Augenblicke des besondern Auftretens von Wasserstoff und Sauerstoff in diesen beiden eine Theilung ihrer natürlichen E. vor sich gehe, (indem sie gegenseitig el. erregt werden durch Berührung oder durch Reibung des einen Korpers gegen den andern), so dals ersterer positiv, letzterer negativ wird, so folgt, dass Metall, aus welchem unaufhörlich - E. ausströmt, Wasserstoff anziehen und Sauerstoff abstolsen muls, während das Metall das unaufhörlich + E. ausströmt, Sauerstoff anzieht. und Wasserstoff abstölst. Betrachtet man nun eine bestimmte Menge Wasser zusammengesetzt aus Sauerstoff, der durch das negative Zeichen (-), und Wasserstoff, der durch das positive Zeichen (+) bezeichnet werden mag, so wird in dem Augenblicke, wo durch Schliessung der Kette der el. Strom in dieses Wasser geleitet wird, dieselbe E. zwischen den Elementartheilen des Wassers erregt, so dass diese gleichsam das Complement des galvanischen Bogens zu bilden scheinen. Zugleich haben alle Theilchen Sauerstoff, welche in dem Wege des el. Stromes liegen, eine Neigung nach dem positiven Pole sich zu bewegen, während alle Theilchen Wasserstoff, welche auf demselben Wege liegen, nach dem negativen Pole zu gelangen streben. Es folgt daraus, dass wenn ein Theilchen Wasser oh seinen Sauerstoff o der E. des positiven Metalls abtritt, sein Wasserstoff h auf der Stelle wieder oxydirt wird durch die Anneigung eines andern Theilchens Sauerstoff o, dessen Wasserstoff h sich wieder mit r verbindet u. s. w. Das Nämliche geschieht umgekehrt mit dem Theilchen Wasser PQ, welches, indem es seinen Wasserstoff Q der E. des negativen Metalls abtritt, augenblicklich durch den Beitritt des Theilchens X wieder hydrogenirt wird, und diese Folge von Zersetzung und Wiedervereinigung der Elemente des Wassers wird so lange statt finden, bis dasselbe vollständig zerlegt worden. Man sieht leicht ein dass hierbei bloss die Theilchen Wasser zerlegt werden, welche an den Metallen unmittelbar anliegen, während alle, die zwischen ihnen liegen, blos wechselseitig ihre Elemente austauschen, ohne dabei ihre Natur zu verändern.

Dieselbe Art der Erklärung ist nun auch auf die mit der Zer-

setzung des Wassers parallel laufenden Zersetzungen der im Wasser aufgelösten Substanzen anwendbar, wenn diese ein ähnliches Continuum von dem einen Metalle zum andern in der einfachen Kette, oder von einem Polardrahte zum andern in der Saule bilden. Ein gleiches entgegengesetztes Verhältnis je zweier Bestandtheile, in welche ein zusammengesetzter Körper durch den el. Strom getrennt wird, wie zwischen dem Wasserstoff und Sauerstoff, oder eine gleiche Polarität, bringt ein gleiches Verhältniss gegen die polaren Metalle oder die Polardrahte und eine gleiche in der ganzen Reihe der Theilchen dieses Körpers von einem Pole zum andern fortschreitende abwechselnde Zersetzung und Wiederzusammensetzung derselben hervor. Befindet sich z. B. ein Salz in der Flüssigkeit, dessen Basis an dem negativen und dessen Säure an dem positiven Metalle, auftritt z. B. schwefelsaures Kali, so ist es die negative E. des negativen Metalls, welche die positive Basis anzieht, die negative Säure zurücktreibt, und eben so ist es auf der andern Seite die positive E. des positiven Metalls, welche die negative Säure apzieht und die positive Basis zurücktreibt. Aber auch in der gamzen Reihe finden gleiche Tendenzen der positiven basischen Theilchen nach dem negativen, der negativen sauren Theilchen nach dem positiven Pole statt, wodurch sie geneigt werden, aus einander zu treten, und so verbindet sich das von dem sauren Theilohen befreite basische Theilchen wieder mit dem sauren des an dasselbe in der Linie zwischen den beiden Metallen zunächst angränzenden Theilchen des Salzes und bildet damit wieder die neutrale Verbindung. Eben so auf der entgegengesetzten Seite verbindet sich das freigewordene Theilchen Säure mit dem basischen Theilchen des zunächst angrenzenden Salzes, und so schreitet diese Zersetzung und Wiederzusammenzetzung durch die ganze Reihe der Theilchen fort. Indem aber an die Stelle des zersetzten Theilchens immer neue unzersetzte mit den Metallen in Berührung treten, so werden immer neue Theilchen zersetzt, und es häufen sich so die freigewordenen basischen und sauren Theilchen so lange an den Metallen an, bis endlich alle Theilchen zersetzt sind. Sind es reducirbare Metalloxyde, welche mit einer Säure verbunden sind, so findet zugleich eine Wiederherstellung des Oxydtheilchens, welches von dem negativen Pole angezogen wird, durch den Wasserstoff, welcher an demselben frei wird, statt, und die durch Krystallcohäsion sich anziehenden Metalltheilchen bilden in den meisten Fällen eine Vegetation.

Indess reicht diese Erklärung durchaus nicht hin, um von allen auf den chemischen Process sich beziehenden Erscheinungen Rechenschaft zu geben, welche vielmehr eine wirkliche Bewegung, eine Ueberführung und Wanderung der Bestandtheile des Wassers und der übrigen zersetzt werdenden Substanzen von einem Pole zum andern außer allem Zweifel gesetzt haben. Diese Erscheinungen sind zwar am auffallendsten durch die Säule darzustellen, wo ich wieder auf sie zurückkommen werde, aber auch schon die einfache Kette giebt dazu die vollständigsten Belege, namentlich in jenen oben beschriebenen Versuchen in welchen eine unten mit einer Blase verschlossene, mit irgend einer Salzauflösung gefüllte Glasröhre in das mit einer Säure geschärste Wasser eines undern Gefälses, und von den beiden Metallen, die mit einander zur Kette geschlossen sind, das eine z. B. das negative Metall in die erstere, das positive Metall in das andere Gefäls eintaucht. Stets wird man, wenn der Versuch lange genug fortgesetzt ist, in dem Gefälse, in welchem sich das positive Metall befindet, alle Säure und in dem andern Gefässe alle Basis vereinigt finden. Diese Erscheinungen, so wie alle Modificationen des galvanisch-chemischen Processes, scheinen sich am besten durch die Annahme zweier el. Ströme erklären zu lassen, wovon jeder beim Austritt in die Flüssigkeit seinen respectiven Bestandtheil aus dieser anzieht, ihn mit sich fortführt, und bei der Bewegung der entgegengesetzten E. am entgegengesetzten Polardrahte, oder am entgegengesetzten Metalle frei lässt. Benzelius wendet gegen diese neuerlich von DE LA RIVE 1 aufgestellte Erklärung ein, dass man nicht einsehe, warum die E E. sich bei der Begegnung in der Flüssigkeit nicht eben so gut vereinigen und die ponderabele Materie fahren lassen, die nach dieser Hypothese während des Durchgangs durch die Flüssigkeit in einen gleichen Zustand, wie die sogenannten Imponderabilien versetzt werden müssen 2. Außerdem sollen aber auch die von DE LA RIVE angestihrten Versuche durchaus das Gegentheil von einer solchen Erklärung beweisen. Benzellus beruste sich zum Be-

¹ Ann. de Chim, et Phys. XXVIII. 200. 201.

² Sechster Jahresbericht S. 26.

weise hiervon auf die von ihm gemeinschaftlich mit Histner angestellten Versuche, dals, als er in einem Heber mit nach oben gekehrtem Schenkel zwei Salzauflösungen so gols, dass sie sich nicht vermischten, und ein Poldraht (dessen Stelle in der einfachen Kette das auf gleiche Weise el. polarisirende Metall vertritt) in eine jede Auflösung gestellt wurde, sich im Anfange des Versuches auf dem + Drahte die Säure des sich in dem zugehörigen Schenkel befindlichen Salzes und auf dem - Drahte das Alkali des in seinem Schenkel befindlichen Salzes abschied, und erst nach längerer Einwirkung, nachdem sich die Auslösungen allmälig vermischt hatten, beide Säuren und beide Basen erhalten wurden. Waren sie durch Wasser getrennt, so ging nicht eher eine Zersetzung der Salze vor sich, als bis sie sich im Wasser mit einander vermischt hatten. Eben so wenig, meint BERZELIUS, wie ein einziger Polardraht ohne Mitwirkung. des andern eine Zersetzung bewirken könne, eben so wenig werde ein flüssiger Körper an dem einen Pole zersetzt, wenn er nicht von dem entsprechenden Pole berührt werde, oder wenn nicht an diesem etwas vorhanden sey, was auf dem Wege zwischen den Polardrähten einen Austausch der Bestandtheile bewirken könne. Der Sinn dieser Einwendung ist nicht klar. Dass ein einzelner Polardraht so wenig als eine ungeschlossene Kette keine Zersetzung bewirken könne, wird niemand in Abrede stellen, da es überhaupt nur die in wirklicher Bewegung befindliche, und nicht die, durch blosse Spannung eine gleichsam ruhende Vertheilung bewirkende E. ist, welche wirksam zu zersetzen vermag. Dass übrigens kein solches Continuum des flüssigen Körpers wie Benzelius es verlangt, welches nämlich auf dem ganzen Wege einen Austausch der Bestandtheile gewähren kann, nothwendig sey, erhellet aus sehr vielen Versuchen, unter welchen einer won DE LA RIVE selbst angestellter sehr entscheidend scheint, wo in einem Gefälse, welches durch Zwischenräume von Blasen in drei Abtheilungen getrennt war, in den beiden äußersten, in welche die Polardrähte einer Säule eingetaucht waren, sich eine Auslösung von schwefelsaurem Zink und in der mittleren Abtheilung eine Salmiakauflößung besand, blos die Bestandtheile der Zinkaussösung getrennt an den beiden Drähten auftraten, und die Salmiakauslösung unzersetzt blieb, wo doch unmöglich ein solcher Austausch auf dem ganzen Wege erfolgen konnte. Kein einziger Versuch beweist

auf eine directe Weise jenen Austausch der Bestandtheile, jene in der Strecke von einem Pole zum andern, oder in der einfachen Kette von einem Metalle zum andern abwechselnden Zersetzungen und Wiederzusammensetzungen, während die wirkliche Wanderung und Ueberführung der kleinsten Theilchen von einem Pole zum andern durch viele Versuche außer allem Zweifel gesetzt ist. Allerdings lässt sich aber die Wirkungsart iener Ströme in der Hervorbringung dieser Wanderungen noch auf verschiedene Weise auffassen, ohne dass auf dem jetzigen Standpuncte unserer Kenntniss von der E. und von der Art, wie sie sich mit den kleinsten Theilchen der Körper verbindet. mit Sicherheit darüber entschieden werden kann. De LA RIVE scheint allerdings zu weit gegangen zu seyn, wenn er behauptet, dass in allen Fällen die E. das respective Theilchen, mit welchem sie sich beim Ausströmen aus dem Polardrahte verbindet, nicht eher als am entgegengesetzten Polardrahte oder dem demselben in der einfachen Kette entsprechenden Metalle der einfachen Kette verlasse, wo sie durch ihren Gegensatz angezogen werde; denn mit Recht wendet Benzeltus ein, dass diese Vereinigung der beiden E E. in der Flüssigkeit selbst schon erfolgen könne, auch hat DAVY durch entscheidende Versuche bewiesen, dass die von dem einen Pole zum andern sich bewegenden Theilchen nicht in allen Fällen jenen erreichen, namentlich nicht, wenn entweder der Zwischenraum zwischen den Polardrähten zu groß ist, oder eine stärkere chemische Affinität sie auf ihrem Wege gleichsam ergreift und zurückhält. Er beobachtete namentlich, dass wenn ein Mittelgesass die beiden Röhren verbindet, in welchen Auflösungen von Metallsalzen oder von Talkerdesalzen sich befinden, die Metalloxyde und die Talkerde den entgegengesetzten Pol, nach welchem sie streben, nicht erreichen, sondern in dem Mittelgefalse niederfallen und bei der Zersetzung von salzsauren Salzen, schwefelsauren Salzen, Barytsalzen und Silbersalzen konnten die Salzsäure, die Schwefelsäure, der Baryt und das Silberoxyd auf dem Wege nach dem Pole hin, nach welchem sie strebten, durch die mächtige Verwandtschaft, respective des Silbers, des Baryts, der Schwefelsäure und der Salzsäure, die sich in einem Mittelgefälse befanden, aufgefangen werden.

Nehmen wir an, dass von je zwei Bestandtheilen eines Körpers der Wasserstoff, oder jeder andere auf eine analoge Weise

sich mit ihm verhaltende, d. h. bei der Zersetzung eines Körpers, in welchen er eingeht, sich wie jener am negativen Pole sammelnde Bestandtheil eine größere Verwandtschaft zu + E., der andere, nämlich der Sauerstoff und jeder sich bei der Ausscheidung aus einem Körper diesem analog verhaltende, Bestandtheil eine größere Verwandtschaft zur - E. habe, so sind es eigentlich drei Kräfte, welche die Zersetzung und insbesondere jene Wanderungen von einem Pole zum andern bestimmen, nämlich einerseits die Anziehung des ponderabelen Stoffes zu seinem inponderabelen Gegensatze, dann die repulsive Wirkung der gleichnamigen E. gegen sich selbst, und die anziehende Wirkung der entgegengesetzten E. gegen einander, und es wird dann auf die Stärke der E. selbst ankommen, ob die Zersetzung zu Stande kommt und wie weit der isolirte Bestandtheil fortgeführt wird. Ein so schwacher el. Strom, wie er z. B. durch eine Kette von Gold und Graphit eingeleitet wird, ist nicht im Stande, das Wasser zu zersetzen, ohne Zweisel, weil die Verwandtschaft des Sauerstoffs zum Wasserstoff mächtiger ist, als die der schwachen positiven E. des Goldes zum Wasserstoff, und der negativen des Graphits zum Sauerstoff. Je schwächer die an den Polardrähten oder an den ihnen entsprechenden Metallen der einfachen Kette angehäufte E. ist, um so weniger ausgedehnt wird die Sphäre ihrer repulsiven Thätigkeit gegen die respectiven Stoffe seyn, und bei einer gehörigen Entfernung der Metalle oder der Polardrähte von einander werden sie entweder gar nicht, oder erst nach viel längerer Zeit an den entgegengesetzten Pol gelangen, wie denn Davy bisweilen erst nach mehreren Tagen den respectiven Bestandtheil an seinem Polardrahte, wohin er von dem entgegengesetzten zu wandern hatte, auftreten sah. Dass auch die mit der stärksten Spannung begabten E.E. nicht im Stande sind, auch nur die schwächsten chemischen Verbindungen aufzuheben, läßt sich einigermaßen daraus begreifen, daß die nothige Menge E. sich nicht mittheilen kann, weil sie nicht von ihrem Gegensatze fortdauernd angezogen wird, und dass die mit freier. Spannung begabte E. nicht in das Innere der Flüssigkeiten selbst einzudringen vermag, sondern nach der Oberfläche hin durch die mächtige Repulsivkraft der Theilchen auf einander sollicitirt wird.

Die bisherigen Erörterungen finden sehr leicht ihre Anwendung auf die Erklärung des chemischen Processes in Ketten aus einem Metalle und zwei Flüssigkeiten, in welchen ersteres in

seiner Berührung mit diesen das Aequivalent von zwei Metallen wird, indem die eine Hälfte nun mit +, die andere mit - E. auftritt und folglich auf gleiche Weise zwei einander sich immerfort ausgleichende el. Ströme mit demselben Erfolge eingeleitet und unterhalten werden. Dass der chemische Process durch die Dazwischenkunft von feuchter Blase nicht gehindert wird, ohngeachtet dieselbe der Communication und Wirkung der Flüssigkeiten aufeinander in Massentheilchen (selbst als kleinsten Tropfen) im'Wege steht, erklärt sich aus der Natur jenes galvanisch - chemischen Processes, der nur in den kleinsten Theilchen vorgeht, für welche die Blase nicht undurchdringlich ist. weil auch die kleinsten Zwischenräume für Differentiale der Materie immer noch als groß genug angesehen werden können, In dieser verschwindenden Kleinheit der Atome ist auch der Grund zu suchen, warum selbst mit den vortrefflichsten Mikroskopen keine Veränderung im Innern der Flüssigkeit, keine solche in Bewegung befindliche Theilchen wahrzunehmen sind, sondern alles in der vollkommensten Ruhe in der Zwischensäule zu beharren scheint.

Eine der schwierigsten Aufgaben für die Theorie ist aber die Erklärung jener merkwürdigen Verdoppelung des chemischen Zersetzungsprocesses durch die Unterbrechung der Continuität des flüssigen Leiters durch einen festen, oder die polare Thatigkeit des homogenen festen Leiters, die er unter dem Einflusse der Kette (oder der Säule) von welcher er ein Glied ausmacht, erhält. GROTTHUSS 1 hat in seiner Theorie der Wasserzersetzung diesen Fall zwar mit aufgesührt, aber gleichsam nur als Thatsache, ohne eine eigentliche Erklärung davon zu geben. In gewisser Hinsicht ist indess diese besondere Form des Processes eine nothwendige Folge der ganzen Construction desselben durch diesen Naturforscher. Denn da die von den beiden ursprünglichen Polen, oder den ihnen correspondirenden beiden Metallen der einfachen Kette ausgehenden abwechselnden Zersetzungen und Wiederzusammensetzungen auf derjenigen Seite des polarisirenden Zwischenleiters, welche dem ursprünglichen positiven Pole gegenüber steht, so lange fortdauern, als sich dort ein letztes Theilchen Wasser befindet, das seinen Sauerstoff an den freigewordenen Wasserstoff des zunächst angrenzenden Wassertheil-

¹ a. a. O. S. 133.

chens abgegeben hat, so muss eben dadurch das ihm zugehörige Theilchen Wasserstoff frei werden, und umgekehrt muß sich der Process auf der entgegengesetzten Seite verhalten, d. h. ein Theilchen Sauerstoff frei werden, wie dieses durch die Zeichnung Fig. anschaulich dargestellt wird, wo a und d die mit den l'olen einer Säule verbundenen Drähte darstellen, deren Stelle in der einsachen Kette das Kupfer und Zink vertreten. Eben so lässt sich diese Erklärung sehr wohl auf alle Fälle von Zersetzungen anwenden, wo auf beiden Seiten die Flüssigkeit eine gleichsermige Auflösung einfacher oder auch verschiedener zusammengesetzter Körper ist. Auch folgt daraus von selbst, dass die Mengen Sauerstoft und Wasserstoff an den Polen stets in demjenigen Verhältnisse austreten müssen, in welchem sie wieder mit einander Wasser geben, man mag nun den Sauerstoff und Wasserstoff des trockenen Zwischenleiters auf einander, oder auf den Wasserstoff und Sauerstoff der ursprünglichen Pole beziehen. Indess stellen sich auch dieser Erklärung alle die Einwendungen entgegen, welche schon oben bemerklich gemacht worden sied, und außerdem bleibt sie die Rechenschaft von dem Einflusse schuldig, welchen die eigenthümliche Beschaffenheit des interpolirten festen Leiters auf den Process hat.

Befriedigender fällt, wenigstens dem ersten Anschein nach, die Erklärung in dem Sinne der zweiten Hypothese aus, indem die blosse Undurchdringlichkeit des festen Leiters für die von dem einen Pole zum andern übergesührten Stoffe einen hinlänglichen Grund dieser Verdoppelung des Processes giebt. Der mit einem Ueberschusse von + E. überladene und vom + Pole zurückgetriebene Wasserstoff, und so jeder andere analoge + el. Bestandtheil, findet in dem Durchgange durch die Flüssigkeit selbst zwar keinen Widerstand wegen der Beweglichkeit der Theilchen derselben, kann aber in den festen für ponderabele Stoffe undurchdringlichen Leiter mit der E. selbst nicht eindringen, die ihn größtentheils verläßt, indem sie durch die Repulsivkraft der hinten nachströmenden E. vorwärts getrieben wird, and an jedem Puncte, wo die + E. in den Leiter eindringt, wird also der übergeführte Bestandtheil frei werden. Derselbe Fall findet auf eine entgegengesetzte Weise vom andern Pole her statt, und so treten jedesmal an den beiden einander gerade entgegengesetzten Enden die entgegengesetzten Bestandtheile des Wassers oder jedes andern zusammengesetzten Körpers auf, der auf der einen oder andern Seite dem el. Strome und seiner zersetzenden Kraft unterworfen ist.

Mehr Schwierigkeit hat die Erklärung der Zersetzungen durch einen einseitigen el. Strom, wie ihn die von Vorta selbst aufgestellte Theorie annimmt. Im Sinne derselben muls man behaupten, dass die Zersetzung zunächst nur an dem positiven Metalle oder dem positiven Polardrahte vorgeht, dass die ausströmende E. sich des Wasserstoffs bemächtigt und den Sauerstoff deselbst frei macht, dessen sich das positive Metall bemächtigt, oder welcher gasformig auftritt, wenn der Polardraht von Platin oder Gold ist, und dass dieselbe + E., wenn sie in das negative Metall oder den negativen Polardraht einströmt, den Wasserstoff ihrerseits wieder fahren lässt, welcher daselbst in Gasform entweicht. Dasselbe würde auch mit allen andern Bestandtheilen, die von der positiven nach der negativen Seite übergeführt werden, der Fall seyn, mit den Laugensalzen, den Erden, den Metalloxyden, welche letztere selbst erst an diesem Pole durch den von seiner E. losgelassenen Wasserstoff reducirt werden. Bei der Unterbrechung des flüssigen Leiters durch einen festen wiirde dieselbe E., nachdem sie beim Eintritte in denselben den Bestandtheil, welchen sie mit sich geführt, an diesem Ende abgesetzt und denselben durchströmt hat, bei ihrem Ausgange auf dieselbe Weise wieder wirken, den Wasserstoff oder den demselben analogen Bestandtheil mit sich führen, und an dem andern Metalle oder Polardrahte absetzen. Dieser Erklärung stellt sich indels eine große Schwierigkeit entgegen. ist nämlich durch die bereits oben angeführten Erfahrungen außer allen Zweisel gesetzt, dass ganz gleiche Wanderungen und Ueberführungen der Stoffe von dem negativen wie von dem positiven Pole aus statt finde. Hier konnte man dem Gesetze gemäß, welches die Franklin'sche Theorie annimmt, und auf ihre Art zu erklären weiß, dass nämlich auch negativ el. Körper sich abstossen, annehmen, dass das negativ el. Metall oder der negative Polardraht den negativen Sauerstoff zurückstoße, welcher auf diese Weise nach dem entgegengesetzten Pole, durch welchen er überdies als den ihm freundlich el. angezogen wird, gelangen muss. Es scheint aber widersprechend, dass die + E. welche sich mit dem Wasserstoffe verbindet und diesen mit sich fortführt, zugleich den Sauerstoff anziehe, und gleichsam in einer entgegengesetzten Richtung zurückführe. Ueberhaupt lassen sich die Anziehungen und Abstolsungen, welche die gleichsam ruhenden und mit Spannung begabten Elektricitäten ausuben, nicht wohl zur Erklärung von Erscheinungen anwenden. die von der in wirklicher Bewegung befindlichen stromenden El abhängen, und die gerade mit um so größerer Lebhaftigkeit erfolgen; je ungehinderter die Strömung statt findet, d. h. je meht die Spannung der E. auf O herabsinkt. Ueberdies ist die Anmine einer schon vorhandenen freien Yesp. + tind - E. det Bestandtheile des Wassers, vermöge welcher sie von den entsmechenden Polen angezogen und abgestolsen werden, eine gans willkürliche, welche sich durch keine einzige directe Erfahrung beweisen läßt, und welcher der Umstand entgegenstellt, dals diese entgegengesetzten Elektrioftsten, wenn sie in der That vor der Verbindung der Bestandtheile mit einander diesem zukamen, doch bei der Bildung des Wussers sich vollkommen Mitten ausgleichen müssen.

Auch von den in Nr. 43 näher beschriebenen Winne-Erscheinungen als Wirkungen der galv. Action, und ihren besondern Bedingungen und Gesetzen giebt die Theorie tines el. Stromes oder Kreislaufes als des hierbei wirksameh Agens, eine vollkommen befriedigende Rechenschaft. Wir wisten aus dem Versuchen mit der Leidner Flasche, den Brachenmngen des Blitzes u. s. w., dass überall, wo sich greße Quantifften von E. mit einander ausgleichen, oder in der Franklin'schen Sprache große Quantitäten von E. gedrängt durch die Körper hindurchströmen, jedesmal Temperaturerhöhung statt findet, die nach Massgabe der Quantitäten den höchsten Grad der Roth - und Weilsglühhitze erreichen kain. Alle Bedingungen, welche die Verstärkung des el. Stromes begünstigen, und ilm in einzelnen Stellen seines Kreislaufes in Körpern, welche ihrer eigenthümlichen Natur nach die Wärme - Anhäufung eher zulassen, concentriren, werden daher auch die Phänomene der Wärme-Erzengung in einem gesteigerten Grade hervorbringen. Das scheinbar Wunderbare der Wirkung des kleinen Wollatton'schen Apparats erklärt sich so auf eine befriedigende Weise. Bei dem großen Leitungsvermögen der Salzsäure für E. wird fortdemernid eine große Menge von dieser im Kreislaufe bewegt, welche der Platindraht bei all seiner Feinheit als ein bei gleichem Durchschnitte so viele tausendmal besserer Leiter (s. Leiter) fortleiten kann, aber doch so viel Widerstand entgegensetzt,

dals, wie in allen solchen Fällen eine starke Wärmeerzengung erregt werden mais, worn sich gerade Platin vor allen Metallen, als der relativ schlechteste Leiter, unter denselben am besterr eigner, indem er zugleich die Warme, bei seiner relativ geringen Capacitat für diese, am freisten hervorbrechen läst. Dass mit Vergrößerung der mit der Flüssigkeit in Berührung befind+ lichen Metallstächen auch dickere Drähte von ansehnlicher Länge darch einen solchen el. Strom der einfachen Kette zum Glühen gehracht werden können, folgt von selbst, und das wirkeliche Zutreffen des Erfolgs ist ein neuer Beweis für die Richtigkeit der Theorie, welche einen solchen fortdauernden Strom annimmt. Diese Versuche zusammen mit den Versuchen über die ohemischen Zersetzungen beweisen zugleich am augemscheimlichsten die außerordentliche Menge von E., welche auch durch die kleinsten galv. Apparate in Bewegung gesetst wird, worin dieselben die wirksamsten Elektrisirmaschinen übertreffen, deren fortdauernder Strom einen ähnlichen feinen Platindraht, wie der im Wollasten'schen Apparate, nicht einmal erwärmt. Die aonsderbarg Anomalie, welche die ungeheure einfache Kette von CHILDREN darbietet habe ich bereits oben aus einer schnellen Verwandlung jenes Platindrahtes in Rauch zu erklären gesuchs. Auf keinen Fall hat man, mit HARE 1 nothig, das galv. Fluidum, welches durch die einfache Kette oder Säule in Bewegung gesetzt wird, als eine eigenthümliche Verbindung von E. und Wärmestoff und dadurch von der gewöhnlichen Reibungselektricität abweichend anzusehen, aus welchem der Wärmestoff in Rreiheit gesetzt werde, während E. durch die Leiter von einem Ende zum andern sich fortpflanze. Er sieht als einen entscheidenden Beweis hierfür die Wirkung des galvanischen Fluidnms auf die Holzkohle an, welche zunächst den Metallen als einer der besten Leiter der E. und als der schlechteste Wärmeleiter deshalb die letztere anhalten, die erstere aber durchgehen lassen werde, weswegen sie dann auch, zwischen die Pole des Volta'schen Apparats gebracht, dem intensiven Glühen besonders unterworfen sey, während sie mit der gewöhnlichen E. diese Eigenschaft nicht zu zeigen scheine. Mir sind keine Versuche bekannt, welche diese letztere Behauptung bestätigten, vielmehr scheint die Entziindung des Schießpulvers durch einen gehemm-

¹ Schw. XXVI. 318.

ten el. Strom, welche ohne Zweifel von einem Erglühen der Kohle desselben abhängt, gerade das Gegentheil zu beweisen. und eben der Umstand, dass die Kohle zwar noch ein eehr guter Leiter der E. ist, aber doch den Metallen darin nachsteht. scheint den Grund ihres heftigeren Erglühens zu enthalten, wie dann auch das Platin aus demselben Grunde, weil es schlechter als die übrigen Metalle leitet, leichter zum Glühen gebracht wird. Dals übrigens große galvanische Apparate bei den stärksten Asufserungen von E., wie namentlich die sogenannten Zamboni'schen oder trockenen Säulen 1 gar keine Wärmeerzeugung bewirken, während ein einfacher Elektromotor, wie HAne's Deflagrator, an welchem kaum eine Spur von freier el. Spanning mit Hülfe der empfindlichsten Condensatoren auszumitteln ist, eine Quelle von so außerordentlicher Warme ist, kann durchaus nicht als ein Beweis, dass die Warme nicht die unmittelbere Wirkung der el. Thätigkeit der galv. Apparate sey, angesehen werden, indem sich diese Verschiedenheiten sehr leicht erklären lassen, sobald man darauf Rücksicht nimmt, daß die E. nicht durch ihre freie Spannung, sondern durch ihre Strömung oder nach der dualistischen Ansicht durch die wechselseitige Ausgleichung ihrer Gegensätze die Wärme erzeuge, und zwar in desto höherem Grade, je eine größere Quantität in einer gegebenen Zeit durch einen Körper hindurchströmt, oder je größere Quantitäten sich in demselben ausgleichen, wovon bei Vergleichung der Wirkungen der verschiedenen Volta'schen Apparate näher die Rede seyn wird.

Wie endlich die magnetische Thätigkeit der Glieder einer geschlossenen Kette oder Säule von dem el. Strome abhänge, und wie diese ihrer Stärke nach wachse in dem Verhältnisse, in welchem die äußeren Bedingungen der Verstärkung dieses Stromes günstig sind, davon ist schon an seinem Orte unter dem Artikel Elektromagnetismus² gehandelt worden, und die Richtigkeit dieser Ableitung hat kürzlich eine neue Bestätigung durch die Versuche Colladon's ³ erhalten, welcher mit Hülfe eines Multiplicators von 100 und noch auffallender von 500 Windungen nicht bloß durch den el. Strom einer Batterie und selbst einer einzelnen Leidner Flasche, welche durch Annäherung ein

¹ S. diesen Artikel.

² III. Bd. S. 473.

⁸ Schw. N. R. XVIII. 286.

ner Spitze allmälig entladen wurde, sondern selbst einer wirksamen Cylinder - Maschine, mit deren Reibzeuge und erstem Leiter die beiden Enden des Multiplicators in unmittelbere Verbindung gesetzt worden waren, sehr starke Abweichungen der Magnetnadel, und zwar ganz auf dieselbe Weise erhielt, wie sie der in der Theorie der einfachen Kette angenommenen Richtung der el. Ströme gemäß erfolgen mulsten.

59. Nach VOLTA's Theorie hat, wie wir sahen, der flüssige Leiter wesentlich keine andere Function, als den el. Strom vou dem einen Metalle zum andern, oder von der einen Hälfte des einen Metalls zu der des andern zu vermitteln, und die Zersetzung desselben, so wie überhaupt der chemische Process, den der flüssige Leiter stets in die Kette mit einführt, ist Volta zufolge ganz gleichgültig für die Erregung des el. Stromes der Kette. Nun konnte und durfte aber die Theorie den bedeutenden Einfluss, welchen die besondere Beschaffenheit des feuchten Leiters auf die Stärke des el. Stromes so unleugbar ausübt, nicht übersehen, sie glaubte aber diesen Einfluss befriedigend, theils aus dem verschiedenen Leitungsvermögen der verschiedenen Flüssigkeiten für die E., theils aus dem verschiedenen elektromotorischen Verhalten der verschiedenen Flüssigkeiten gegen die verschiedenen Erreger der ersten Classe erklären zu können. Dass alle Umstände, welche auf die Leitung in der geschlossenen Kette Einfluls haben, auch auf die Stärke der galv. Action influiren, ist keinem Zweisel unterworfen, man mag nun die Stärke der Action nach der Wirkung auf die Magnetnadel, oder nach der Lebhaftigkeit des chemischen Processes, oder nach der Wärmeerzeugung in einem metallischen Drahte, durch welchen der el. Strom hindurch zu gehen gezwungen ist, bestimmen. Der Effect wird für jedes gegebene Paar Elektromotoren jedesmal am stärksten seyn, wenn der flüssige Leiter gerade eben so viel Leitung gewährt, als von einem Metalle zum andern impellirt wird, oder nach der Theorie zweier Materien von den Puncten aus, in welchen sich die beiden galvanisch auf einander wirkenden Metalle berühren, nach den entgegengesetzten Seiten + und - strömt. Da die Flüssigkeiten, selbst die am besten leitenden, viele tausendmal schlechter leiten, als die Metalle, und das Quntum der Leitung für jeden Leiter in dem Verhältnisse zunimmt, in welchem derselbe der durchströmenden E. einen größeren Durchschnitt darbietet, so wird man.

um die Gleichheit der Leitung hervorzubringen, die Oberstäche in welcher die Metalle die Flüssigkeiten und überhaupt den · feuchten Leiter berühren, viele tausendmal größer machen müssen, als die Berührungssläche der beiden Metalle unter einander. und wenn daher diese auch gleichsam nur in einem Puncte mit einander communiciren, oder durch einen dünnen Draht zusammenhängen, so wird eine Ausdehnung der Oberstäche der Metalle zu mehreren Quadratschuhen für eine gegebene Flüssigkeit, die an sich ein schlechter Leiter ist, vielleicht noch nicht hinreichen, um alle durch die Wirkung der Metalle auf einander erzeugte E. zu erschöpfen, oder eben so schnell durch sie hindurch zu leiten, als sie von dem einen Metalle zum andern angetrieben wird. Damit stimmen auch alle Erfahrungen vollkommen überein. Man begreift ferner, dass bei gleicher Oberfläche der beiden Elektromotoren der el. Strom um so lebhafter seyn wird, je besser die Flüssigkeit an und für sich leitet, und so verhält sich auch im Allgemeinen die Sache, indem Säuren als Zwischenleiter die schärfste Wirkung geben, demnächst salzige Flüssigkeiten, Wasser aber, welches nach MARIANINI's Versuchen 1 sogar 100 mal schlechter leitet, als gewöhnliches Meerwasser, allen Flüssigkeiten in dieser Hinsicht bei weitem nachsteht. Wenn diejenigen Flüssigkeiten, die einen lebhaften chemischen Process mit dem einen oder andern Metalle eingehen, hierin einen Vorzug vor andern haben, so kommt hierbei auch die innigere Berührung in Betrachtung, in welche sie mit den Theilen des Metalls eben durch diesen chemischen Process gelangen, indem bei einer E. von so äußerst schwacher Spannung auch der kleinste Zwischenraum ein schon hinlängliches Hinderniss für die Fortleitung abgeben kann. Da die Ausdehnung der Leiter in die Länge der Fortleitung der E. hinderlich ist, so begreift man auch, warum eine große Strecke des flüssigen Leiters zwischen den Metallen die galv. Action, wenn sie wesentlich in einem Kreislaufe der E. besteht, beschränken muß, womit die Versuche vollkommen zusammenstimmen, nach welchen die magnetische Thätigkeit, die Wärmeerzeugung in dem Drahte, der die beiden Elektromotoren verbindet, und die chemische Zersetzung der Flüssigkeit um so lehhafter werden, je dünner die Schicht der Flüssigkeit ist, welche die Metalle von einan-

¹ Schw. N. R. XIX. 301.

der trennt. MARIANINI 1 hat neuerlich noch eine Reihe interessanter Versuche bekannt gemacht, welche den Einfluss der verschiedenen Umstände, die das Quantum der el. Leitung bestimmen, auf die Wirksamkeit der einfachen galvanischen Kette aus zwei Elektromotoren der ersten Classe und einer Flüssigkeit, sofern dieselbe durch die Größe der Abweichung der Magnetnadel gemessen wird, deutlich darthun. So fand er im Allgemeinen die Action verstärkt durch Erhöhung der Temperatur der angewandten Flüssigkeit, wodurch bekanntlich das Leitungsvermögen für E. erhöhet wird, jedoch zeigte sich diese Zunahme bei verschiedenen Flüssigkeiten um so geringer, je bessere Leiter sie an und für sich sind. Dabei war es merkwürdig, dass wenn das Leitungsvermögen durch Erhöhung der Temperatur von einem gewissen Puncte aus bis zu einem beliebigen höheren zugenommen hatte, die Abnahme bei rückgängiger Abköhlung nicht so viel betrug, als die Zunahme, und die Flüssigkeit erst nach ziemlich langer Zeit ihr ursprüngliches Leitungsvermögen wieder erhielt, wie man am besten aus folgenden Zahlen ersehen wird, welche für destillirtes Wasser mit Tun salzsauren Natrons versetzt und ein Kupfer-Zink Paar von 3 Quadratzoll Berührungsfläche die Zu - und Abnahme des Leitungsvermögens durch Abweichungen der Magnetnadel angeben.

Temp.	6°	Abweichung	20	00′	Temp.	80°	Abweichung	10°	00′
	60°		5	30		60		7	30
	70	·	7	60		45		6	00
-	80	editor	10	00		32		5	30
			٠,		-	24	-	5	00
					-	10	****	3	00

Was die Ausdehnung der Flüssigkeit zwischen den beiden Elektromotoren betrifft, so fand Marianini, dass die von der Vergrößserung des Abstandes der beiden Elektromotoren von einander abhängige Wirkungsabnahme um so rascher vorwärts schreitet, je unvollkommener die Flüssigkeit leitet. So gab ein Zink-Graphit-Paar von drei Quadratzoll Oberfläche in drei verschiedene Mischungen eingetaucht, folgende Resultate:

^{1 8}chw. N. R. XIX. S. 50 ff.

Destillirtes Wasser mit

					Too Schweefeleaure
0"	3‴	4° 00′	8° 00′	3°30 ′	
1	6	1 45i	5° 30	12 00 .	1 10 P
5	0	1 00	3 00	8 30	

In reinem destillirten Wasser wurde eine kleine Abweichung der Magnetnadel, welche ein großes Zink-Graphit, Paar bei einem Abstande von nur einer Linie hervorbrachte. durch die geringste Vergrößerung des Abstandes auf O herabgebracht. In verdunnter Schwefelsäure fiel die nämliche von einem kleinen Zinn - Zink - Platten-Paare bewirkte Abweichung nicht merkbar verschieden aus, als der Abstand dieser Platten von 1L. bis auf mehr als 1Z. vergrößert wurde. Besonders bemerkenswerth hierbei ist es, dass die Summe der feuchten Lagen in einer aus einer Anzahl von Platten - Paaren zusammengesetzten Säule den el, Strom unabhängig von dem Einflusse der Wechsellagen eben so schwächte, als wenn alle jene Lagen zu einer einzigen vereinigt und zwischen beide Platten eines einzigen Paeres gelegt wurden. Bei 6 Platten - Paaren aus Kupfer und Zink, die in 6 große, mit Meerwasser gestillte, Becher eingetaucht wurden, und der Zwischenraum des flüssigen Leiters zwischen je zwei Platten 5 Zoll und also im Ganzen 25 Z. betrug, fand keine Abweichung statt, jedoch wuchs diese zu 1º, als der Zwischenraum auf 1/2, reducirt wurde, die Summe also 3 Z. betrug. Ganz dasselbe Verhältniss gegen die Maghetnadel fand statt, als zwischen den Platten eines einzigen Paares der Zwischenraum des flüssigen Leiters das eine mal 30 Z. das andre mal 3 2. betrug, Was endlich noch bei Gleichheit des angegebenen Umstände den Einfluß der besondern Beschaffensheit des flüssigen Leiters betrifft, sofern derselbe blos einer Verschiedenheit des Leitungsvermögens der verschiedenen Flüssigkeiten zugeschrieben wird, so fand MARIANINI des Leitnngsvermögen des Meerwassers 100 mal größer als das des destillirten Wassers, indem dasselbe bei 5 mal geringere Oberfläche der Platten - Paare eine 20 mal größere Abweichung der Magnetnadel bewirkte, und dieses Leitungsvermögen des Meerwassers = 100 gesetzt ergaben sich aus der verschiedenen Größe der Abweichungen der Magnetnadel folgende Werthe für

das Leitungsvermögen von Auflösungen von je einem Theile der Substanz in 100 Theilen Wasser 1:

Blansaures Natron	10,96	Benzoes. Kali	76,56
Blausäure	18,27	Salpeters. Kali	78,3
Flüssiges Ammoniak	26,45	Schwefels. Kali	80,0
Natron	3 2,6	Salzs. Natron	84,79
Phosphors: Kali	44,74	Alaun	85,0
Borax	45,31	Citronensaure	85,71
Phosphors: Natron	46,0	Essigsäure '	87,0
Brechweinstein	50,7	Weinsteins. Kali	92,0
Schwefels. Zink	51,64	Weinsteinsäure	98,66
Chlors. Baryt	53,23	Salzs. Kalk	110
Kali	55,68	Phosphorsäure	127
Salzs. Eisenoxydul	56,53	Eisensalmiak	136
Salpeters. Kalk	57,0	Kleesaures Kali	149
Essigsaures Kali	59,2	Salmiak ·	150
Salpeters. Baryt	60,	Essigs. Kupfer	154
Schwefels. Eisenoxydul	62,26	Salzsäure	164
Saures weinsteins. Kali	62,4	Sauerkleesäure	179
Schwefels. Magnesia	62,64	Schwefelsäure	239
Essigs. Natron	64,9	Schwefels. Kupferoxyd	258
Doppelt kohlens. Kali	66,7	Salpeters. Quecksilber-	
Neutrales Chlors. Kali	68,9	oxydul	278
Kohlensäuerl. Natron	69,2	Salpeters. Silber	298
Benzoesäure	70,67	Salzs. Gold	307
Mekons. Ammoniak	71,15	Salpetersäure	353
Schwefels. Natron	74,2	Salzsaures Platin	418

Dabei bemerkte Marianini noch, dass die Leitungsfähigkeit beinahe im Verhältnis mit der Menge der aufgelösten Substanz wächst, langsamer jedoch, wenn man sich dem Sättigungspuncte nähert, doch ohne dass diese Zunahme einsache
Verhältnisse dargeboten hätte. Auch bemerkte er, dass das Leitungsvermögen verschiedener Flüssigkeiten für verschiedene Platten-Paare nicht in gleichem Verhältnisse stehe, und meint,
dass die chemischen oder elektormotorischen Wirkungen, welche Metalle und Flüssigkeiten auf einander ausüben, die Ursache dieser Anomalieen seyen.

¹ Schweigg. XIX. 298.

Auch der merkwürdige Einfluss der relativen Vergriffserung der Berührungsfläche des negativen Metalls mit der Flüssigkeite verglichen mit derjenigen des positiven Metalls, auf die Verstärkung der Wirkung, ließe sich vielleicht aus einem Leitungsverhältnisse erklären. Zu den bereits oben angeführten Erfebrungen füge ich hier noch die von Marianini hinzu, welshen zufolge die Wirkung bisweilen noch zupehm, wenn die Kupferfläche das Hundertfache der Zinksläche betrug, in andern Fällen aber schon beim Vierzigfachen der Kupfersläche die Winkung ihr Maximum erreicht hatte. So lange die Zinkffäche mehr als den 10ten Theil der Kupfersläche ausmacht, wächst die Wipkung sehr rasch, mit Vergrößerung der letzteren, langsam aber in dem Malse, als man sich von dieser Grenze entfernt. s. B. von der Gleichheit der Flächen beider Metalle ausgegangen, die Wirkung durch zehnfache Vergrößerung der Kupferplatte verdreifacht, so wurde sie doch kaum vervierfacht durch eine dreifsigfache Vergrößerung. Bei Vergrößerung der Zinkstäche gegen die Kupfersläche wurde nur anfangs die Wirkung um äusserst wenig erhöht und erhielt bald nicht mehr den geringsten Zuwachs, Eine Zunahme der Wirkung durch Vergrößerung der Berührungsfläche des negativen Metalls zeigte sich für alle Combinationen vom Zink, Eisen, Blei, Zinn, Kupfer, Messing, Silber, Gold und Platin. Nun hat RITTER 1 durch eine sehr ausführliche Indugtion außer allen Zweisel gesetzt, dass mit der Oxydirbarkeit der Metalle ihr Leitungsvermögen in geradem Verhältnisse steht. Dieses Resultat steht freilich in directem Widerspruche mit den auf andere Weise erhaltenen Resultaten Dayx's 2 und BEC-Quenni's 3 welchen zufolge die weniger oxydirbaren Metalle. wie Gold, Silber, Kupfer, die besten Leiter, die mehr oxydirbaren dagegen die schlechteren Leiter, und nach Becourner das am meisten oxydirbare Metall, das Kalium sogar der schlechteste Leiter seyn würde 4. RITTER ist besonders durch genaue Amlyse der Versuche van Marum's über die verschiedene Schmelzbarkeit der verschiedenen Metalle durch el. Entladungen m jenem interessanten Resultate gelangt, das aber noch durch

¹ El. System S. 172. Anm.

² G. LXXI, 225.

⁸ Bulletin général Mai 1825.

^{4 8.} den Artikel : Leiter.

was schon aus früheren Versuchen Priestler's hervorging. Diesem Resultate sufolge würde das Leitungsvermögen der Metalle in derselben Ordnung abnehmen, wie ihre Negativität in der Spannungsreihe zunimmt und vom besten Leiter ausgegangen so auf einander folgen: Zink, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Messing, Silber, Gold. Schlägt man das Leitungsvermögen des Zinks auf wenigstens das Zehnfache desjenigen des Kupfers an, eine Schätzung, die nach jenen Erfahrungen nicht übertrieben seyn dürfte, so erklärt sich befriedigend die Erfahrung, dass in einer Kette von Zink und Kupfer letzteres wenigstens die zehnfache Oberstäche des ersteren erfordert, um das Maximum von Wirkung zu haben, und warum überhaupt in allen Combinationen zweier Metalle dem negativen, d. h. dem weniger oxydirbaren, die größere Oberstäche ertheilt werden muss.

60. Es bieten sich indels Verhältnisse auch schon in der einfachen galvanischen Kette dar, welche gegen die Zulanglichkeit des zur Erklärung der Erscheinungen derselben von VOLTA aufgestellten Princips streiten und welche zu wesentlichen Abweichungen von dieser Theorie Veranlassung-gegebenhaben. Wenn nämlich auch alle Stimmen (mit Ausnahme einer gewissen naturphilosophischen Ansicht Einzelner Wenigen, die von elektrischen Materien und Strömungen derselben überall nichts gelten lassen will, und von welcher am Ende noch die Rede seyn wird) dieser Theorie darin ihren Beifall schenkten, dals ein solcher el. Strom oder Kreislauf von E., sey es nun ein einseitiger oder ein doppelter, durch die Kette hindurch statt finde, so brachte man dennoch jenen merkwürdigen chemischen Process, den man als die wesentliche Bedingung für die Wirksamkeit einer galvanischen Kette ansah, in eine andere Beziehung damit, als durch Volta geschehen war, welcher denselben als eine blosse Wirkung der el. Action demit verknüpft hatte. Jenes geschaft aber auf eine dreifach verschiedene Weise, indem einige diesen chemischen Process zwischen den festen und flüssigen Erregern als die eigentliche Quelle der in der Kette wirksamen E. betrachteten und in der chemischen Einwirkung die Ursache jener polaten el. Spannung zwischen den festen und flüssigen Erregern, welche das Wesen alles

¹ Ritter a. a. O. S. 202.

Galvanismus ausmacht, suchten; andere zwar die Elektiftitätserregung von der bloßen Berührung der Körper und insbesondere der Metalle unter einander abhängig annahmen, aber die
Fortdaner dieser Erregung, oder die immer wiederkehrende
Anfachung als wesentlich geknüpft an den chemischen Processansahen; endlich noch andere das Wesen des Galvanismus in die
Combination eines ganz eigenthümlichen chemischen Processas
mit der elektromotorischen Wirkung der Körper und insbesondere der Metalle auf einander setzten. Als Repräsentant der ersten Ansicht kann man Ritten, denjenigen der zweiten Dave
und denjenigen der dritten Dr. Jägen ansehen.

RITTER hat seine Theorie am aussührlichsten in seinem el. System der Kürper entwickelt. Er sieht durch eine erschöpfende Induction den allgemeinen Satz als hinlänglich begründet an 1: "dass in einer galvanischen Kette nur dann Action statt hat, wenn wenigstens der eine Leiter erster Classe, oder, wenn überhaupt nur einer in ihr vorhanden ist, dieser eine auch ausserhalb der Kette für sich schon von dem Leiter zweiter Classe, oder, wenn zwei derselben vorhanden waren, von wenigstens einem derselben chemisch angegriffen wird, und dass die Action in jener in dem Grade statt hat, als dieses geschieht, d. h. in ihrer Stärke gleichen Schritt mit der chemischen Action hält."

Zum Beweise, dass nur dieses allgemeine Princip zur Erklärung aller Erscheinungen ausreiche, und das Volta'sche nicht genüge, führt er mehrere Fälle an, in welchen entweder gar keine galvanische Action statt fand, die doch nach der Volta'schen Theorie hätte eintreten sollen, oder die Wirkung nicht dem Grade nach mit der Intensität der von dieser Theorie angenommenen Ursache tibereinstimmte, dagegen in diesen und in allen bis jetzt bekannten Fällen die Erfolge sich genau dem von ihm aufgestellten allgemeinen Principe gemäß verhielten. Nach Ritten sollen nämlich Silber und Gold oder Silber und Platin unter Salzsäure keine bemerkliche Wirkung geben, wohl aber, und sehr starke, unter Salpetersäure. In beiden Ketten seyen die Metalle dieselben, auch in der Leitung sey kein Unterschied, da Salzsäure unter die besten Leiter zweiter Classe gehöre; der einzige Unterschied dieser beiden Ketten sey bloß

¹ a. a. 0. 8, 49.

der, dass des Silber, welches in der wirksemen Kette Oxygenpol ist, dasjenige Metall sey, auf welches die Salpetersäure auch außer der Kette von großer Wirksamkeit, die Salzsäure dagegen von keiner ist. Andererseits gebe Gold mit Platin in der Salpetersäure aufs innigste verbunden, keine Wirkung. Ja auch das allerempfindlichste Froschpräparat werde durch diese Kette nicht afficirt, was dem aufgestellten Principe vollkommen gemäß sey, da Salpetersäure auch außer der Kette auf keines dieser Metalle wirkt, mit der Volta'schen Theorie aber im Widerspruch stehe. Für den zweiten Haupttheil des aufgestellten Princips, dass die Stärke der Action stets im geraden Verhältnisse mit der chemischen Action, die auch außerhalb der Kette statt finde, stehe, aber keinesweges nach dem Principe der Voltzechen Theorie im Verhältnisse der elektromatorischen Action, wie sie durch die Spannungsreihe bestimmt ist, oder der Größe der Leitung, dafür sollen vollends eine Menge Beispiele sprechen. So geben manche Amalgame, ungeachtet sie selbst mit dem Zinke noch + werden, also vom Golde und Platin weiter abstehen, und folglich eine kräftigere el. Erregung mit demselben eingehen, mit welcher die galvanische Action gleichen Schritt nach Volta halten mülste, doch weniger Wirkung unter Salzedure mit dem Golde oder Platin, als das Zink, das aber auch seinerseits außer der Kette mit der Salzsäure eine lebhaftere chemische Action eingeht, als diese Amalgame. So wirkt Zinn mit Platin unter Salzsäure sehr stark, Blei mit Platin dagegen äußerst schwach, ungeachtet das Blei in der Spannungsreihe sogar weiter vom Platin absteht, als das Zinn, und also eine stärkere Impulsion von Platin aus gegen das Blei, als gegen das Zinn und damit eine stärkere el Strömung statt finden sollte. Es muss also hier ein anderes Verhaknis von wesentlichem Einstusse seyn, als das elektromotorische, und zwar eben das chemische, da Zinn auch außer der Kette viel stärker von der Salzsäure angegriffen wird, als Blei. Ueberhaupt wirken je zwei Metalle in einer gegebenen Säure nach RITTER bei weitem nicht genau nach ihrem Abstande in der Spannungsreihe von einander; Zink steht von Platin gewiss night noth einmal so weit ab, als Blei von Platin, und doch ist die Action der ersten Verbindung, viele Male stärker als die der letzten. Eben so ist der Wirkungsunterschied von Zink und Platin (Gold, Silber u.'s. w.) und von Eisen, Kupfer,

Wismuth, Spielsglanz, Kobalt, Zinn und Platin außereftlehits lich viel großer, als er der bloßen Spanningsreihe nach sevn sollte.' Dasselbe gilt von der Wirkung des Zinks mit Zinn verglichen mit der von Zinn mit Gold, Silber oder Platin. Beberhaupt hat das Zink im Galvanismus einen Vorzug vor allen übrigen Metallen, aber es ist gerade auch dasjenige Metali, auf welches alle Sauren und Salze auch für sich, mit so großer Heftigkeit einwirken. Auch von den füssigen Leitern geben inmer diejenigen die größte Action, welche auf das eine von den beiden Metallen am heftigsten wirken, insbesondere dasselbe am schnellsten oxydien und zugleich den sich entbindenden Wasserstoff condensiren (indem er z. B. zur Reduction von Metalloxyden verwendet werden kann), wie namentlich die Salpetersaure, die oxydirte Salzsaure; nächst ihnen diejenigen Metallauflösungen in Säuren, in denen die Metalle am stärksten oxydirt sind; dann folgen die Salzsaufel die Schwefelsaure und die Neutralsalze aus diesen Säuren und der Salpetersäure. Dasselbe bestätigt sich auch in Ketten aus einem trockenen Erfeger und zwei Flüssigkeiten. Immer muß die eine Flüssigkeit chemisch auf das eine Metall wirken, und die Wirkting ist am stärksten, wenn die beiden Flüssigkeiten auf den entgegengesetzten Seiten des Metalls entgegengesetzte Wirkungen ausüben, die sich gleichsam wechselseitig unterstützen, z. B. in Ketten aus Kupfer, Schwefelleber, Salpetersaure, Kupfer, welche Verbindung auch auf die Magnetnadel eine aufserordenfliche Wirkung ausübt. Dagegen will RITTER in Ketten aus Stilz-, Salpeter oder Schwefelsäure, Wasser und Gold oder Platin. in welchen keine chemische Wirkung der Flüssigkeit auf das Metall statt findet, nie eine Spur von Wirkung wahrgenommen ha Zu diesen ältern Erfahrungen lassen sich noch einige neuere von DAVY, BECQUEREL u. a. hinzusugen. DAVY hat besonders in seiner neuesten Vorlesung 1 "über die Verhältmisse der elektrischen und chemischen Veränderungen ", die galvanische Action in Ketten aus einem Metalle und zwei Flüssigkeiten untersucht, und gleichfalls für Ketten aus einem Metalle, einer Saure und einer alkalischen Flüssigkeit das allgemeine Gesetz aufgestellt, dass die mehr oxydablen Metalle, auch Kohle und Silber, eine um so stärkere galvanische Action

¹ Ph. Tr. 1826. p. 383.

zeigen, d. h. eines um so kräftigeren el. Strom geben, je stärker die chemische Wirkung ist, und in Verbindungen dieser Art fand DAVY die Säuren folgende Ordnung beobachten, die auch merklich die Ordnung der Intensitäten, mit welchen sie chemisch wirken, ist; Salpetersalzsaure, Salpetersaure, salpetrige Saure, Schweselsaure, Phosphorsaure, vegetabilische Säuren, schweslige Säpre, Blausäure, Schweselwasserstoffsäure. Hierherigehört ferner folgender Versuch Becourner's 1., durch welchen derselbe zu beweisen suchte, dass die chemische Wirkung an und für sich ganz unabhängig von derjenigen, welche die Körper durch blosse Berührung auf einender ausüben, oder der sogenannten elektromotorischen im engern Sinne, E. nicht bless errege, sondern zum Strömen bringe. Der eine Enddraht eines Multiplicators wurde an eine Pincette von Platin befestigt, welche eine mit Fließpapier umwickelte Goldlamelle falste, die in ein Glas mit Salpetersäure reichte, in welche er den andern, ebenfalls aus Platin bestehenden, Enddraht des Multiplicators einführte. Die Magnemadel; blieh vollkommen in Ruhe, denn das Platin war auf beiden Seiten mit Salpetersaure in Berührung, welche in das Papier zwischen der Platin - Pincette und Gold eingedrungen, war. Ein einziger: Tropfen Salzsäure war aber hinreichend, sogleich einen el. Strom hervorzubringen, wie die nun eintretende Abweichung der Magnetnadel anzeigte, unterdess die Flüssigkeit goldhaltig wurde. Säure ging dabei positive E. aus, um im Multiplicator der negativen vom Golde zu begegnen, ein Beweis, wie BERZELIUS in -der Mittheilung dieses Versuches 2 hinzugefügt, dass in dem . Vereinigungspuncte negative E. von der Säure positive vom Golde zerstörte, gerade so, wie es die elektrochemische Theorie voraussetzt. Wurde statt Gold ein Streifen von Kupfer oder Zink genommen, so war die Salpetersäure allein hinreichend diese Erscheinung hervorzubringen. Bisweilen war es indess mit diesen der Fall, dass der el. Strom seine Richtung umwechselte, ohne dass sich hiervon eine genügende Ursache angeben liess; da indess dieses vergleichungsweise seltener eintraf, so hat man, meint BECQUEREL, Grund, es zusälligen Umständen, welche der Aufmerksamkeit entgingen, zuzuschreiben;

¹ Schweigg, XVI. 156.

² Fünfter Jahresbericht 8, 14.

denn die Umwindung der Platin - Pincette mit Kliefspapier, welches die Berührung des Platins mit neugebildetem Oxyd oder abfallenden Theilen des sich auflösenden Metalls verhinderte. kam großentheils den anomalen Erscheimungen zuvor. derer Versuch BRCQUEREL's, welchen er als einen Beweis von Elektricitätserregung durch den chemischen Process als solchen ansieht, ist folgender. Er gols in zwei Kapseln in die eine eine alkalische Lösung, in die andere eine Saure, verband beide Flüssigkeiten durch einen Streisen von Platin, und tauchte nun die gleichfalls aus Platin bestehenden Enden des Multiplicators jedes von seiner Seite in die Flässigkeiten. Es zeigte sich keine Spur von el. Strömung, weil die elektromotorische Action des Platins auf die beiden Flüssigkeiten sich von beiden Seiten aufhob. Wurde dagegen statt: des Zwischenblechs von Platin ein Streifen von Amianth gebraucht, welcher auf jedet Seite in die Flüssigkeiten tauchte, so entstand augenblicklich ein el Strom, dessen Richtung nach der Abweichung der Magnetnadel zu schließen (als einseitiger Strom aufgefalst) -von dem Alkali zur Säure, von dieser zum Platin und von diesem durch den Multiplicator wieder zum Platin, und Alkali zuriickging, oder wie sich Broquener ausdrückt, von nositiver R., welche von der Säure, und von negativer, welche von Alkali zum Multiplicator ging, abhing, und einzig und allein der chemischen Wirkung der Saure auf das Alkali und umgekehrt zuzuschreiben seyn soll. Diese Versuche Bzcqusmen's, welche ich einen Augenblick unangefochten lassen will, kommen der Theorie RITTER's von der Entstehungsweise der galvanischen Action dadurch noch besonders zu Hülfe, des sie zu beweisen scheinen, dass die el Erregung, welche von der chemischen Thätigkeit abhängt, gerade die entgegengesetzte von derjenigen ist, welche die Korpeg durch ihre blosse Berührung auf einander ausüben, indem da, wo der Strom durch die chemische Thätigkeit bestimmt wird, die Säure die positive E. empfängt, oder sich derselben bemächtigt, die Basis dagegen, oder das Metall, die negative, während, wenn keine chemische Action statt findet, die Säure vielmehr die negative E., die Basis oder das Metall aber die positive E. aufnimmt, wie die Versuche mit dem Condensator beweisen,

Diese Resultate, welche BECQUEREL aus seinen Versuchen zieht, scheinen, wie gesagt, einigermalsen der chemischen Theo-

rie des Galvanismus durch Ritten zu Hülfe zu kommen. Nach RITTER sollen namilich alle Leiter oder Erreger sowohl der ersten als zweiten Classe zusammen eine große Spannungsreihe mit einander bilden, für welche dasselbe Gesetz gelte, welches oben (Nr. 19.) nach directen Versuchen blols für die eine Classe aufgestellt worden ist, und sofern sie blofs nach dem Gesetze dieser einen ersten Spannungsreihe in Ketten zusammentreten, sollen sie wegen des vollkommenen Gleichgewichts der Spannungen oder Spannungsunterschiede (Impulsionen im Volta'schen Sinne) nach den entgegengesetzten Seiten, jenem Gesetze der Reihe gemäß; keine Action geben. So lange die Körper nicht chemisch auf sinander wirken, soll dieses Spannungsgesetz bestehen. So erkläre sich also, warum Ketten aus bloß trockenen Erregern, oder auch Erreger aus beiden Classen, die aber keine chemische Wirkungen auf einander ausüben, unwirksam seyen. Durch den chemischen Process werde die nach den Gesetzen der ersten Reihe bestehende el. Spannung oder Erregung in die entgegena gesetzte verwandelt, damit das Gleichgewicht der Spanitungen aufgehoben, indem dann die Körper nach dem Gesetze beider Spannungsreihen mit einander beisammen waren, und damit der el. Strom zu Stande gebracht sey. Im chemischen Processe soll sich immer die eine B. auf Seiten des Leiters der ersten Classe, en welchem immer ein und derselbe Process der Oxydation, und die entgegengesetzte B. an dem Leiter der zweiten Classe, an welchem immer Hydrogen auftritt, lagern. Diese E. ist die umgekehrte von derjenigen, welche nach dem Spannungsgesetze ohne chemischen Process, jenem welches die Leiter alle unter eine große Reihe zusammenfalst, in dem zweiten Leiter aufgetreten ware; sie schwächt nicht blofs diese, sondern hebt sie auf, und erhält selbst ein Uebergewicht. Stets wird das Wasser, and so jeder Leiter der zweiten Classe durch sein Wasser, womit es der Leiter der ersten Classe immer zunächst zu thun hat, positiv el., sofern nämlich Hydrogen an ihm auftritt, der Leiter erster Classe, an welchem Oxygen auftritt, negativ el. werden, und stets ist diese Legerung der Elektricitäten die umgekehrte von derjenigen, welche die beiden Körper, ohne chemischen Process, wenigstens ohne einen solchen Oxydationsprocess, annehmen, denn nur so kann die Spannung der beiden Leiter der ersten Classe überwiegend werden. Die positive Spannung, welche mit den oxydirbarsten Metallen am stärksten am Wasser

Man wird nicht erwarten, diesen physikalischen Roman in diesem Worterbuche noch ausführlicher dargestellt zu sehen vielmehr ist es hesser, den etwa noch nicht befriedigten Leser auf die Schrift selbst zu verweisen, und die bisher ohne weitere Prüfung mitgetheilten wichtigsten Gründe, auf welche diese Theorie sich stützt, jetzt näher zu beleuchten, und zwar um so mehr, da noch andere, wenn gleich in ihrer weiteren Ausführung von Ritten Stehen Grund gebaut sind, mit dessen Wegräumung diese dann von selbst über den Haufen fallen.

61. a. Es ist bis jetzt wenigstens durch keinen entscheidenden Versuch bewiesen, dass der chemische Process anmind site sich und als solcher, Elektricitätserregung zur Folge) habe, wenigsten eine solche, aus welcher die Entstehung einen el. Stroms, wie er durch alle Erscheinungen einer Wirksamen Keite angedeutet wird, begreiflich wäre. Die früheren Versuche Dar vx's mit. vollkommen negativen Ausschlage sind bekannt1, wellchem zufolge beim Verbrennen keine Spur von E. sich entwikkelt. Das im Sauerstoffgase verbrennende Eisen theilte dem condensirenden Elektrometer keine merkliche el. Ledning mit. In den Fällen von Auflösungen, besonders wenn dieselben mit vieler Wärme begleitet sind, werden zwar metallene Gefäse, deren man sich bedient, negativ el.; allein diese E. hängt von der Verdampfung ab, unabhängig"von einem chemischen Processe, denn bei Auslösungen von Metallen in Chlor, wo keine Gasents wickelung war, zeigte der Condensator keine Spur von E., und jene Gefäße werden auch ohne allen begleitenden chemischen Procels durch blosse rasche Verdunstung des Wassers ebenso negativ, Neuerlich hat DAVY, in besonderer Beziehung auf jene oben angeführten Versuche Brooven zu's, Erfahrungen bekannt gemacht,

¹ Vergl. das el. System S. 61. ff.

² Gehl. Journ. V. 52.

ÍV. Bd.

die dasselbe Resultat geben. Sie sind im Wesentlichen folgende A. Salpeter verhält sich in Berührung mit den edeln Metallen so gut wie neutral und zeigt weder merkliche positive noch negative B. Bringt man nun eine mit dem einen Ende des Multiplicators verbundens Platinplatte in eine Auflösung von Salpeter und eine mit dem' andern Ende verbundene Platinplatte in concentrirte Salpetersäure, und macht die Verbindung zwischen beiden Flüssigkeiten durch einen mit Salpeterauflösung beseuchteten Asbestsaden, so entsteht ein starker el. Strom. der (im Franklin'schen Sinne) von dem Salpeter zum Platin geht, oder das in die Salpetersäure eintauchende Platin zeigt sich, wie DAVY sich ausdrückt, negativ. Nimmt man statt der Salpetersäure eine Auflösung von Kali, so findet ein entgegengesetzter Strom vom Kali zum Platin statt. Im ersteren Falle betrug die Abweichung der Magnetnadel 60°, im zweiten Falle 50°. Wurden nun Säuren und Laugensalz zugleich genommen und durch einen mit Salpeter befeuchteten Asbestfaden mit einander verbunden, so zeigte die Magnetnadel 60° Abweichung. Hier war keine chemische Action, da die Saure and das Laugensalz nicht auf einander wirken konnten, und keine von beiden Substanzen mit dem Salpeter einen chemischen Process eingeht, sondern die Action hing wesentlich pur von der el. Erregung in der Berührungsfläche des Platins mit der Säure und dem Laugensalze ab, die in gleichem Sinne auf beiden Seiten statt findend verstärkt werden mußte. Nun wurde ein trockener Asbestfaden substituirt, die Saure und das Daugensalz wurden durch Capillaritat angezogen, es entstand starke Hitze; aber mun war die Wirkung vielmehr schwächer. als im vorigen Falle; sobald aber die Verbindung im Faden vollständig geschehen war, zeigte die Nadel wieder dieselbe Abweichung, zum Beweise, dass durch die Combination von Saure und Laugensalz nicht irgend mehr E. erzeugt worden war, als wenn ihre Wirkung durch Salpeter vermittelt wurde. Kleesaure, von welcher DAVY gefunden, dass sie unter der stärkeren Säure am wenigsten stark auf das Platin einwirke, wurde eben so mit Kali in Wechselwirkung gebracht. Wurde diese durch kleesaures Kali vermittelt, so war die Abweichung 7° bis 8°, und als sie durch den Asbestfaden capillarisch ange-

¹ Ph. Tr.-1826, a. a. O.

zogen unmittelbar auf einander einwirkten, war die Wirkung nicht stärker. Aehnliche Versuche gaben stets gleiche Resultaté. In einer Anmerkung zu dem oben angeführten Versuche BECQUEREL'S, wo bei der Verbindung der in zwei Porcellankapseln enthaltenen Saure und alkalischen Auflösung durch ein Platinblech sich keine Spur von Wirkung zeigte, außert der Herausgeber von Schweigern's Journal 1, dass wenn Broque-BEL statt des Platinstreifens einen Messing -, Kupfer - oder noch besser einen Zinkstreisen zur Verbindung der Gesässe, aber dem entsprechend auch Messing -, Kupfer - oder Zinkdrähte an den Enden des Multiplicators angewandt hätte, er Wirkung erhalten haben würde. Da nämlich die Bedingung der geschlossenen elektrochemischen Kette die Polarität eines jeden Gliedes sey, so habe Platin, weil es unangegriffen blieb, nicht anders als isolirend unter den vorliegenden Bedingungen für die elektropolarische Strömung wirken können, wobei an Jaszn's Saule erinnert wird, in welcher jeder feuchte Leiter durch ein zwischengelegtes, am Rande trockenes, Goldstück getrennt wurde, und die eben darum zwar elektroskopisch, aber nicht chemisch wirkte. Wenn eine solche Combination, wie sie oben angerathen ist, eine wirksame Kette gabe, so würde dadurch das wichtigste Gesetz, auf welches die Volta'sche Theorie baut, das der Unwirksamkeit symmetrischer Ketten, über den Haufen geworfen werden. Denn in der That ist eine Kette aus Zink, Keli, Zink, Saure, Zink, eine symmetrische Kette, Fig. da sie sich in zwei gleiche und ähnliche Hälften theilen lässt, 120. aber wirklich ist diese Kette eine gänzlich unwirksame, wie ich sowohl durch die Magnetnadel mit Hülfe des Multiplicators, als auch durch Anwendung von Froschpräparaten mich überzeugt habe. Auch jener oben angeführte Versuch Broourarl's über die Entstehung eines el. Stroms durch das Zutröpfeln einiger Tropfen Salzsäure in Salpetersäure, in welcher ein Goldstreisen eingetaucht ist, beweist eben so wenig für die Entstehung desselben durch den chemischen Process an und für sich, denn es ist klar, dass in diesem Falle die vorher vorhandene Kette aus Platin, Salpetersäure, Platin, welche unwirksam seyn muss, in die Kette: Platin, salzsaure Goldaussbung, Salpetersäure, Platin, verwandelt wurde, in welcher durch blosse

¹ Schweigg. Journ. MVI. 156.

elektromotorische Einwirkung der Glieder auf einander ein el. Strom entstehen muls, wo also der chemische Procels nicht die nächste und unmittelbare, sondern die mittelbare Ursache des Stromes ist.

BECOURNE hat zwar neuerdings wieder Versuche bekannt gemacht, durch welche er seine Behauptung von der Erregung el. Strömungen durch die chemische Wechselwirkung der Körper zu rechtfertigen gesucht, und den durch Davy geführten Gegenbeweis zu entkräften gesucht hat 4, aber wie mir scheint, auf eine ganz ungeneigende Weise. Er behauptet, DAVY habe durch die chemische Einwirkung von Säure und Laugensalz darum keine Spur von B. erhalten, weil er sich zur Fortleitung der Platinbleche und einer Auslösung eines Neutralsalzes bedient habe, welche dazu nicht fähig seyen. Davy soll nämlich die beiden Platinbleche, welche mit den Enddrähten des Multiplicators verbunden waren, jedes in eine mit einer Auflösung des Neutralsalzes (des Salpeters) gefüllte Porcellanschale getaucht, zwischen diese zwei andere Schalen, wovon die eine Säure, die andere eine alkalische Auflösung enthielt, gestellt, und die Verbindunge zwischen den beiden mittleren Gefäsen durch einen Amianthstreifen gemacht habe. Dieses war allerdings die eine Art, wie DAYY seine Versuche angestellt hat, aber keinesweges die für ihn am meisten entscheidende, sondern jene andere, wo die Platinbleche einerseits in die Saure, andererseits in das Laugensalz unmittelbar eintauchten, und gegen welche BECOUEREL'S Einwurf wegfällt. BECOUEREL änderte jenen Versuch dahin ab, dass er, statt der beiden andern Porcellankapseln, Platin-Gefässe anwandte, um die entwickelte E. so viel möglich anzusammeln, sie mit Salpetersäure oder Salzsäure füllte, in die beiden mittleren Kapseln die Säure und die alkalische Auflösung brachte, und dann die erste und zweite, und die dritte und vierte Kapsel durch gekrümmte Röhren von einem sehr kleinen Durchmesser, wovon die erstere mit derselben Säure, wie die Kapseln und die zweite mit einer sehr schwachen Köchsalz - oder Salpeterauflösung gefüllt war, mit einander verband. Die beiden mittleren Kapseln communicirten durch einen Amianthstreisen, der durch seine Capillarität die Flüssigkeiten anzog, die dann chemisch auf ein-

¹ Anuales de Chimie Juin 1827. p. 113.

ander wirkten. Mit Salpetersaure und einer Aufteung won Natron erhielt er gleich anlangs eine Abweichung von 6 bis 7° und wenn er die Intensität der chemischen Action vermehrte. indem man Stücke von kohlensaurem Nation in die Auflösung dergestalt brachte, dass sie die Saure berührten, so zeing die Abweichung bis auf 15° und selbst noch weiter. Die Richtung des Stromes deutet an, dass sich die Same der positiven E. bemächtigte, ein demjenigen gerade entgegenigesetates Resultat, welches die blosse Berührung der analogen Merper ohne chemische Action giebt. Die Versuche mit Schwefelsaure und Salzsäure führten zu den nämlichen Folgerungen; doch folgte im Augenblicke des Beginnens der Wirkung der Strom ofters einer entgegengesetzten Richtung. Verstärkte er aber die Intensität der Wirkung auf die obige Weise, so verwandelte sich dieser Strom durch allmälige Abnahme und Null hindurch in den entgegengesetzten. Denselben Erfolg erhält man auch, nur in einem geringeren Grade, mit den Metallokyden, wobei man in die Kapsel, welche in den ohigen Versuchen die alkalische Auslösung enthielt, eine Salzlösung gießt und über den Amianthstreifen, welcher mit der anderen, die Saure enthaltenden Kapsel communicirt, das Oxyd verbreitet.

Gegen alle diese Versuche läßt sich nur einwenden, daß der el Strom auch schon durch die bloße Berührung der verschiedenen Flüssigkeiten mit einander erregt werden konnte, ohne denselben nothwendig der chemischen Action zuschreiben zu müssen. Bei der etwas complicirten Art, wie Ezcquenez verfuhr, fanden eigentlich 5 Berührungsgrenzen und damit 5 Impulsionen statt, nämlich des Platins auf beiden Seiten mit der Säure, die sich aufheben mulsten, dann der Säure mit dem Laugensalze, das letztere mit der schwachen Kochsalzauflösung und dieser mit der Säure, und diese drei letzten Impulsionen konnten allerdings durch ihre wechselseitige Ausgleichung jene bestimmte Strömung gaben.

h. Es ist eben so wenig erwiesen, das Ketten, in welchen nicht auch im ungeschlossenen Zustande schen ein chemischer Process zwischen wenigstens zwei Gliedern derselben statt gefunden haben würde, unwirksam seyen, wenn auch sonst ihre Construction von der Art seyn sollte, das nach bloß elektromotorischen Verhältnissen ein solcher Strom eingetreten seyn würde. Ritten's oben angeführte Ketten geben wenig-

Er selbst bemerkt, daß DAVE stens dieses Resultat nicht. bereits aus .zehn Abwechselungen von Silber, Gold und verdünnter Salzsäure Geschmack und schwache Wassersersetzung erhalten habe, er meint aber, dieser Erfolg habe davon abgehangen, dass Gold und Silber nicht in vollkommen reinem Zustande angewandt worden seyen, während er seine Versuche, die einen negativen Ausschlag gegeben, mit 16 löthigem Silber und 24 karatigem Golde angestellt habe. Indess auch das mit etwas Kupfer versetzte Gold und Silber werden von verdünnter Salzsäure eben so wenig angegriffen, als die reinen Metalle. DAVY serhielt ferner durch Combinationen von reiner Salpetersäure, Wasser und Platin, so wie von eben diesem Metall, Kali oder Natronlauge und Wasser einen sterken el. Strom, das Platin wurde mit ersterer negativ, mit letzterem positiv, ungeachtet diese Flüssigkeiten nicht chemisch auf das Platin wirken. Auch Rhodium, Iridium und Gold wirken in Combinationen mit Säuren und Alkalien, die doch keine chemische Action auf sie ausüben, gleich dem Platin. BERZELIUS hatte gleichfalls früher zum Erweise einer ähnlichen chemischen Theorie and els Haupteinwurf gegen Volta's Theorie die Behauptung aufgestellt, dass, wenn auch alle von der Volta'schen Theorie geforderten Bedingungen vorhanden seyen, doch keine el. Action, kein el. Strom statt finde, wenn in der Säule, wegen der besondern Umstände, unter denen sich der feuchte Zwischenleiter besinde, so wie wegen seiner besondern Beschaffenheit, keine chemische Action eintreten könne, und diesen Einwurf auf eine Säule aus Zink, Kupfer und Pappe, die mit einer gekochten und völlig gesättigten salzsauren Zinkauflösung getränkt war, gestützt, die unter mit Wasserstoffgas oder Stickgas gefüllten Glocken keine Spur von Wasserzersetzung gab 2. Ich habe indels solche Säulen in den ersten Stunden sehr wirksam gefunden, und dass sie früher in ihrer Wirkung , nachlæsen, davon kann die Volta'sche Theorie hinlängliche Rechenschaft durch die Absetzung von Zinkmetall auf dem Kupfer geben, indem letzteres sich auf beiden Seiten mit Zink in Berührung befindet, wodurch zwei gleiche, einander entgegengesetzte, und sich eben deswegen aufhebende, Impulsionen gegeben sind.

¹ Ph. Tr. 1826. 8. 401. 402.

² Schweigg, X. 191, 192,

DAYY's neueste Versuche 1, welchen zufolge auch mit Ausschluß alles Wassers ein kräftiger el. Strom erregt werden kann, indem Combinationen von Platin, Zink und geschmolzener Bleiglätte oder geschmolzenem chlorsauren Kali eine sehr starke galvanische Action geben, stimmen eben so wenig mit der Behauptung Ritten's, dals ohne Wassezzersetzung eine solche nie zu Stande komme, und der flüssige Leiter stets nur vermöge seines Wassergehalts wirksam sey, überein. Hierau kommen noch als ganz entscheidende Gegenbeweise gegen die Abhängigkeit des el. Stromes von irgend einem chemischen Processe die thermomagnetischen Versuche, welche die Erregung eines ehen so kräftigen el. Stromes als in Ketten, in welchen der lebhasteste chemische Process statt findet, in Ketten aus bloss trockenen Erregern durch blosse Ungleichheit der Temperatur und davon abhängige Umänderung der Spannungsreihe ohne alle chemische Wechselwirkung, außer allen Zweifel gesetzt haben.

c. Insbesondere wird auch der Satz, dass der positive Pol an demjenigen Gliede auftrete, an welchem auch außerhalb der Kette der stärkste Oxydationsprocess oder dieser allein mit dem flüssigen Leiter sich vorfindet, unter welcher besondern Modiscation die chemische Theorie von einigen Physikern vertheidigt worden ist, durch entscheidende Versuche widerlegt. Hierher gehört vorzüglich ein von Benzelius 2 angestellter Versuch, durch welchen allein schon dieser scharfsinnige Naturforscher veranlasst wurde , seine srühere Annahme von der Abhängigkeit, der Elektricitätserregung von dem chemischen Processe aufzugeben, und welchen ich des Zusammenhangs wegen aus den mit der Säule angestellten Versuchen anticipire. Man gielse auf den Boden eines jeden Bechers des sogenannten Volta'schen Becher-Apparats ätzende Kalilauge, auf diese Salpetersäurre, jedoch mit Vorsicht, damit sich beide Flüssigkeiten nicht mit einander vermischen. Die Elektromotoren selbst aind eine Zinkkugel, welche auf dem Grunde des Bechers sich befindet und ein daran gelötheter Kupferdraht, welcher umgebogen einen Zoll in die Flüssigkeit des andern Bechers

¹ a. a. O. S. 406.

² G. XVIII. 203. und Berzel. Lehrbuch der Chemie von F. Wöhler I. S. 153.

taucht; das Zink befindet sich in der Kalilauge, das Kupler in der Säure, von welcher es nach und nach oxydirt und aufgelöst wird, während das Zink im Alkali nicht angegriffen wird. Ware nun die Oxydation der primus motor der E., so würde bei Entladung der Saule die positive E. am Kupfer, die negative am Zinke auftreten müssen, d. h. die Metalle müseten die umgekehrte E. besitzen, die sie in Folge der blossen Berührung mit einander zeigen. Lässt man aber die Säule sich wirklich laden; so hört die Oxydation des Kupfers in der Säule augenblicklich auf, das Zink oxydirt sich sichtbar, und in der Gasentbindungsröhre tritt am Kupferpole Hydrogen, am Zinkpole Oxygengas auf. Dasselhe beweisen im Grunde auch schon die früher von Davy aus einem Metalle und zwei Flüssigkeiten erbauten Säulen1; dass nämlich der positive Pol nicht an die Stelle gebunden ist, wo auch in der ungeschlossenen Kette die Oxydation hinfallt, sondern dass die Vertheilung der EE. sich lediglich nach dem elektromotorischen, von der chemischen Action unabhängigen, Verhalten der einzelnen Kettenglieder gegen einander richtet. So fiel in Säulen aus Zinn, verdünnter Salpetersaure und Wasser, mit welchen beiden Flüssigkeiten Tuchscheiben getränkt waren, nicht der + Pol nach derjenigen Seite des Zinns, welche mit der Säure in Berührung stand, sondern vielmehr der - Pol, und das Hydrogen erschien an demjenigen Drahte, welcher nach dieser Seite gekehrt war. Noch auffallender zeigte sich dieses in Säulen aus Zink, verdünnter Salpetersäure, schwefelsaurem Kali, und schwacher Auslösung von Schwefelleber, in welcher der Oxygenpol nach der Seite des Zinks hinfiel, welche mit der Schweselleber in Berührung stand, der Hydrogenpol dagegen nach derjenigen Seite, auf welche die Salpetersäure einwirkte, und die doch offenbar diejenige ist, die in der ungeschlossenen Kette sich allein oxydirt. Eben so verhalten sich Säulen aus Kupfer oder Silber und denselben Flüssigkeiten, die schon mit 12 Lagen kräftige Wirkung in der Gasröhre zeigen. Nach den bloßen elektromotorischen Verhältnissen sind die kräftigen Wirkungen solcher Ketten und Säulen leicht zu begreifen, da (um hier die Sprache der Volta'schen Theorie zu gebrauchen) der el. Strom von dem Metalle zur Schweselleber

¹ G. XI. 888.

geht, indem diese mit jenem positiv wird, und von der Säure zum Metalle, welches durch jene positiv erregt wird; beide Fküssigkeiten sich also in ihrer elektromotorischen Witkung wechselseitig unterstützen, den Oxygenpol aber stets auf dasjenige Metall, oder diejenige Hälfte des Metalls in Ketten; welche nur aus einem einzigen und zwei Flüssigkeiten bestehen, fällt, von wo die E. ausgeht, der Hydrogenpol hingegen dahin, wo die E. einströmt.

d. Es läst sich eben so wenig behaupten, dass die Action in der Kette ihrer Stärke nach gleichen Schritt halte mit den Stärke der chemischen Action, wie sie auch schon außerhalb der Kette zwischen je zwei Gliedern derselben statt findet. den oben angeführten Erfahrungen, auf welche Ritten diese Behanptungen gestützt hat, könnte man noch neuere Erfahrungen; die bei Gelegenheit des Elektromagnetismus angestellt worden sind, hinzuftigen, namentlich die von Poegewooker und SEEBECK bekannt gemachten 1, es stehen ihnen aber andere Brfahrungen oftenbar im Wege. So fand ich namentlich die gesättigte schwefelsaure Zinkauflösung als Zwischenglied einer Zinkkupferkette viel wirksamer als eine gesättigte schwefelsaure Eisenaustösung und selbst als mit 10 Theilen Wasser verdünnte Schwefelsaure 2, ohngeachtet mit ersterer eigentlich gar keine chemische Action statt finden kann. So erhielt HARE die größte Wirkung mit seinem einfachen Calorimotor nicht, wenn er denselben in säuerliches, sondern in alkalisches Wasser eintauchte 3. Betrachtet man auch die von MARIANINI aufgestellte Tabelle für das verschiedene Leitungsvermögen verschiedener Flüssigkeiten, die als Zwischenglieder in der einfachen Kette angewendet wurden, so ergiebt sich leicht, dass die dadurch dargestellte Stufenfolge wenigstens auf keinen Fall die Stufenfolge der chemischen Wirksamkeit ist, welche diese verschiedenen Flüssigkeiten auch anserhalb der Kette mit den Metallen zeigen, und dass also die Verstärkung des el. Stromes wenigstens nicht gleichen Schritt mit der Verstärkung der chemischen Action halt, denn sonst müßte man annehmen, dass schwefelsaures Kupferoxyd eine stärkere chemische Action ausübe als Schwefelsaure und Salz-

¹ Vergl. meine Schrift: Der Elektromagnetismus 1824. 8. 79 ff.

² a. a. O. S. 83.

⁸ G. 1822. II. 126.

saure; Kloesaure eine seirkere als Selzsaure; selzsaures Platin und Quecksilber eine stärkere als alle Sänren u. s. w., was doch mit den gewöhnlichen chemischen Versuchen im Widerspruehe steht. Die größte Schwierigkeit für die Volta'sche Theorie, welche den Einftus des flüssigen Leiters hauptsächlich auf das verschiedene Leitungsvermögen desselben bezieht, und den entscheidendsten Beweis zu Gunsten derjenigen Theorieen, welche die Elektricitätserregung an die chemische Action des flüssigen Leiters knüpfen, scheint die Schwefelsäure in ihren verschiedenen Graden von Concentration und Verdünnung darzubieten, indem die Verstärkung des el. Stroms in Ketten aus Zink, Kupfer und Schwefelsaure bis zu einer gewissen Grenze mit der Verdünnung derselben durch Wasser zunimmt, womit die chemische Action derselben auf das Zink wächst, die Leitungsvermögen für E. dagegen abnimmt. Indels erklärt sich dieses Verhalten im Sinne der Voltzschen Theorie einigermaßen aus dem verschiedenen elektromotorischen Verhalten der concentrirten und verdünnten Schweselsäure gegen Zink, indem jene mit dem Zinke negativ, und zwar in einem nicht geringen Grade, wird und folglich von der Wirkung der Impulsion von Kupfer gegen das Zink soviel aufhebt als ihre eigene entgegengesetzte Impulsion (etwa 1 von jener 1) beträgt, während die verdünnte Schwefelsäure mit dem Zinke positiv wird, und folglich zu der Impulsion, welche das Kupfer gegen das Zink ausübt, noch diejenige hinzukommt, welche das Zink auf die verdünnte Schwefelsäure ausübt, und in diesem Verhältnisse der el. Strom verstärkt werden mus, die el. Impulsion des Kupfers gegen die Schwefelsäure in beiden Fällen aber sehr schwach ist.

- e. Was endlich die Behauptung RITTER's von einer Umbehrung der el. Polaritäten, die nach dem Gesetze der erstem Spannungsreihe statt finden, in Folge des chemischen Processes betrifft, so habe ich schon oben (Nr. 25) den Ungrund derselben hinlänglich bewiesen, und Becquerel's neueste Versuche sind wohl rein genug, um zum Beweise derselben dienen zu können.
- 62. Auch Davy schreibt dem chemischen Processe einen wesentlichen Antheil an der galvanischen Action zu, aber nicht

¹ Vergl. meinen Aufsatz über das Verhalten der feuchten Leiter u. s. w. in Gehlen's J. V. 102.

sowohl zur eigentlichen Erregung der E. ale vielmehr zur ateten Wiederhetstellung der Bedingungen für diese Erregung. andet nämlich eine durch die Grundsätze der Volta'schen Theone ganz unauflösliche Schwierigkeit in jener gänzlichen Hemmung des el. Stromes einer einfachen, sonst sehr wirksamen Kette, wenn der feuchte Leiter durch ein Metall, welches am positiven Pole der Volta'schen Säule nicht axydirbar ist, wie durch Platin, Gold, Palladium, Tellurium, unterbrochen ist. Dieser Erfolg erkläre sich dagegen von selbst aus der elektrochemischen Theorie, nach welcher die Zerstörung der positiven Oberfläche durch das chemische negative Agens als nothwendige Bedingung betrachtet wird, weswegen dann auch diese totale Isolation der Kette aufhört, und der Strom wieder eintritt. wenn das dem negativen Metalle (dem Platin) gegenüberstehende Ende des Platins oder Tellurs, welches den flüssigen Leiter unterbricht, in verdünnte Salpetersalzsäure taucht. Es erhelle aus diesen Versuchen, zusammengehalten mit andern Erfahrungen, dass in Volta'schen Combinationen (einfachen Ketten) keine Anhäufung von E. statt finden könne, es existiren denn die gleichen oder ähnlichen Bedingungen chemischer Veränderung in diesen Ketten, und dass unter anderen Bedingungen die in einzelnen Ketten erzeugte Thätigkeit (der el. Erregung) entweder zerstört oder vermindert werde, nach Massgabe der entgegenwirkenden Beschaffenheit oder des Mangels an Leitungsvermögen der Kette der zwischen befindlichen Körper 1. werde die Thätigkeit einer einfachen Kette aus Zink, Platin und einem flüssigen Leiter, wie z. B. einer Säure, durch Unterbrechung des flüssigen Leiters zermittelst einer ähnlichen Combination von Zink und Platin verdoppelt, vermittelst eines Platinbogens gänzlich zerstört und durch einen Bogen von Zink verminden und zwar um so mehr, durch je mehrere solcher Bogen die Unterbrechung geschehe. Immer streben die chemischen Veränderungen dahin, das el. Gleichgewicht wieder herzustellen, welches durch die Berührung der Metalle unter einander in den Flässigkeiten gestört wurde,

Aber, frägt man, warum ist der chemische Process eben hier die nothwendige Bedingung zur Wiederherstellung des zerstörten el. Gleichgewichtes, da wir in so vielen andern Fällen

¹ Phil. Trans. 1826. p. 411.

das el. Gleichgewicht sich auch ohne chemischen Proceis und ohne Dazwischenkunft eines süssigen zersetzbaren Leiters wieder herstellen sehen? Warum erfolgt in der thermoelektrischen Kette diese Wiederherstellung fortdauernd, und bedingt dadurch die immer wiederkehrende Störung dieses Gleichgewichts und damit die el. Strömung ohne allen chemischen Process? Was wird überhaupt deutlicher aus der elektrochemischen Theorie, nach welcher die Zerstörung der positiven Obersläche durch das negative chemische Agens als nothwendige Bedingung betrachtet wird? In jenem Verhalten eines nicht oxydirbaren Metalls. wie des Goldes, Platins u. s. w. als Zwischenleiters, welcher den flüssigen Leiter unterbricht, liegt allerdings etwas dunkles, was indefs durch jene Erklärung DAYY's, die im Grunde nichts als ein anderer Ausdruck für das Phänomen selbst ist, auf keine Welse aufgehellet wird. Auch scheint mir diese Sache durch den von Schweiser 1 gebrauchten Ausdruck, dass jede Kette durch ein Glied, das nicht selbst der Polarität fähig sey, isolirt werde, nicht deutlicher gemacht, denn im Grunde ist damit gleichfalls nichts weiter, als die Thatsache selbst dargestellt. Sollten hier micht gewisse Leitungsverhältnisse wesentlich im Spiele seyn? MARIANINI hat durch Versuche bewiesen 2 und vor ihm haben es die Ritter'schen Versuche mit Ladungssäulen schon zur Genüge dargethan, dass der el. Strom vorzüglich dann retardirt werde, wenn flüssige mit festen Leitern abwechseln. Sollte nicht dieser Widerstand für den Uebergang der negativen E. aus dem flüssigen Leiter in den festen größer seyn, als für den Uebergang der positiven E., und dieser Uebergang erleichtert werden, wenn der Sauerstoff, welchen die negative E. mit sich führt, durch die Anziehung des oxydirbaren Metalls gegen denselben ihr entzogen wird? Sollten eben deswegen die mehr oxydirbaren Metalle, wie Zink, Zinn, Eisen, als unterbrechende Zwischenleiter die Wirkung darum weniger hemmen, wenn sie gleich dieselbe immer auch noch etwas schwächen? Sollte nicht ferner das an sich größere Leitungsvermögen der mehr oxydirbaren Metalle (sofern ich hierin auf RITTER's Versuche mich stütze) für E. ihnen diesen Vorzug verschaffen? Eine absolute Hemmung oder Isolirung durch Gold oder Platin findet doch

Dessen Journal N. R. XIV. 157.

² Poggendorfi's Ann. IX. 165.

anf keinen Fall statt, wie aus den oben (Nr. 36) augeführten Versuchten erhellet, und wie auch aus dem Gradativen in der Schwächung der Wirkung durch die verschiedenen Metalle hervorgeht. Diese Betrachtung des verschiedenen Verhaltena des verschiedenen Metalle führt uns noch zu einer knyzen Darstelling von Jaegen's Theorie, die darauf im Wesentlichen gerbauet ist.

63. Jack wurde auf seine Erklärung durch jene oben (Nr. 40.) näher beschriebene merkwürdige Einwirkung der Metalle auf reagirende Pigmente geleitet. Diese Verquehe beweisen ihm zufolge das Entstehen von zwei verschiedenen in ihrer chemischen Reaction erkenntlichen Stoffen, die sich unter und neben einander auf der Fläche des mit dem feuchten Leiter in Contacte atchenden Zinks (so wie der andern relativ mehr positiven Metalle) bilden, und sich so durch den feuchten Korper verbreiten, dass die alkalische Färbung in diesem den blank gebliebenen Stellen des Zinks, die saure Färbung aber den oxydirten Stellen desselben entspricht. Da nun nach Volta's Versuchen das Zink in Beziehung auf den feuchten Leiter negativ, dieser aber positiv el. wird; so lasse sich annehmen, dass diese beiden EE. aus dem feuchten Korper einen säurenden und einen alkalischen Stoff abtrennen, deren einer, nämlich der alkalische, in der positiven E. aufgelöst werde, indels sich der andere, der säurende, mit der negativen E. verbinde, und sich gleichsam darin auflöse. Diesen Auslösungen schreibt Jagen hypothetisch folgende Eigenschaften zu, deren Annahme seiner Meinung nach; durch die Uebereinstimmung mit den Erscheinungen selbst gerechtfertigt werde 1.

a. Keine dieser Auflösungen soll eine chemische Wirkung auf die andere haben, sondern in jeder die Affinität, die ihr freier Grundstoff gegen den der andern zeigen würde, so gebunden seyn, dass sich jene bloss mechanisch unter die andere gemengt durch den feuchten Leiter vertheilt. b. Jede wird dagegen von der ihrem el. Auflösungsmittel entgegengesetzten freien E. angezogen und zersetzt, so dass indem ihr el. Auflösungsmittel sich mit dieser freien E. verbindet, der säurende oder alkalische Stoff aus ihr niederfällt. Freie positive E. zerlegt also die negative el. Auflösung, und durch freie negative E. wird

¹ G. XI. 316.

die positive Auliceung zerlegt. c. Jede wird von der mit ihrem el. Auflösungsmittel gleichartigen E. zurückgestolsen. d. Beide Auflösungen zersetzen sich, aber nur allmälig an Metallen und andern leitenden Substanzen, indem ihre el. Auflösungsmittel in diese leitenden Körper übergehen. Die Färbungen auf dem Zink und anderen analog wirkenden Metallen entstehen also hiernach aus dem Niederschlage der säurenden und alkalischen Bubstanzen, denen das Zink ihr el. Auflösungsmittel entzieht. Da sich die beiden E.E. immerfort in dem Zinke vereinigen, so kann dieser Process beständig fortdauern, so lange noch el. Auflösungen vorhanden sind oder gebildet werden, auch kann das Zink eben darum keine el. Ladung annehmen, und der geringe Ueberschuss von - E der endlich in ihm wehrnehmbar wird. rührt vielleicht von der größeren Zerstreuung der + E durch Verdunstung der Flüssigkeit aus dem seuchten Körper her. der einfachen geschlossenen Kette zersetzt das in Berührung mit dem andern Metalle (dem Volta'schen Fundamentalversuche, welcher gleichsam der zweite Grundstein dieser chemischen Theorie ist, gemäß) positiv werdende Zink einen Theil der negativen Auflösung, dadurch wird seine E. wieder null und eben so geht' es mit der negativen E. des Goldes (Kupfers oder überhaupt des negativen Metalls), indem sie einen Theil der positiven Auflösung zersetzt. So wechseln also in jedem Augenblikke Erregung und Wiederzerstörung der durch Erregung entstandenen E. mit einander ab, und das Resultat ist immer erneuerte Ladung des Zinks mit + und des Goldes mit - E und fortge-Betzte Zersetzung beider el. Auflösungen mit ihrer sichtbaren Wirkung nämlich mit der getrennt auftretenden Niederschlagung derselben, und da sich nothwendig am positiv el. Zinke die Batsis der negativ el. Aussäsung niederschlagen muss, und der Stoff, dessen Wirkung auf der Zinksläche sichtbar wird, die Eigenschaften einer Säure hat, so folgt eben daraus, dass die negativ el. Auflösung den säurenden Stoff zur Basis hat, so wie in der positiv el. Auflösung die alkalische Basis befindlich seyn muß, die sich an dem Golde ansammelt. Wenn man blofs das Zink mit Gold und einem feuchten Körper verbindet, ohne das Gold zugleich mit dem feuchten Körper in Berührung zu setzen, und den ganzen Apparat isolirt, so kann die erregte + E des Zinks nicht auf die - E oder säurende Auflösung wirken, weil sie an der erregten - E des Goldes ein beständiges Gegengewicht fin-

det, indem Volta's Versuche gelehrt (?) liaben, dass die erregte E. des einen Metalls nur dann als freie wirkt, wenn die des andern Metalls beständig abgeleitet wird. Alles verhält sich also wie bei Anwendung des blossen Zinks. Verbinde man das Gold mit dem Erdboden, so werde die 4 B des Zinks allerdings freier werden, allein das Gold werde doch nicht in eben dem Masse seine - E verlieren, als wenn sie sich beständig mit der ihr zuströmenden positiv el. Auflösung vernichten könne. Da die Versuche auch in diesem Fall blofs die Einwirkung des einfachen Zinks zeigen, so müsse das Quantum dieser Verschiedenheit der Wirkung sehr beträchtlich seyn. Eine Zinkscheibe, welche zwischen den beiden Blättern des fenchten Leiters einer einfachen geschlossenen (indem nämlich das Gold und Zink durch einen Metallstreisen mit einander verbunden sind) Kette ZhG eingeschlossen ist (jener merkwürdige Fall, welcher gleichsam als ein Probierstein für die Richtigkeit einer Theorie angesehen werden kann) erzeugt auf ihren beiden Flächen el. Auslösungen. Das durch Erregung negativ el. Gold sieht die positiv el. Auflösung an, die sich zwischen ihm und dem eingeschlossenen Zink bildet, und stölst die negativ el. Auflising von sich ab. Eben so zieht das durch Erregung positiv el Zink die negative Auflösung an, die sich zwischen ihm und dem eingeschobenen Golde bildet, und stölst hingegen die positive Auflösung von sich ab. Man übersieht leicht, wie auf diese Weise zwei positive und zwei negative Niederschlage entstehen. Ist der feuchte Leiter der Kette durch ein Goldstück unterbrochen, so wird zwischen diesem und dem Golde der Kette keine el. Auflösung producirt. Das Gold der Kette kann also such die an ihm erregte negative E. nicht abgeben, und das Zink befindet sich in der Lage, wie wenn es bloss auf dem ableitend berijhrten Golde ruhte.

Diese Theorie vereinigt, wie man sieht, das Princip der Voltaben Theorie mit dem Principe der chemischen auf eine scharfsinnige Weise, indem nach derselben die Wirkung der Metalle auf einander die E. zwar zunächst erzeugt, der fortdauernde Strom aber durch die beständige Anziehung und Ausgleichung mit den EE. der chemischen Auflösungen unterhalten wird, welche Auflösungen durch einen eben so beständig fortdauernden elektrochemischen Process zwischen dem seuchten Leiter und dem relativ positiven Metalle immer neu gehildet und dargeboten werden. Da Jaera

annimmt, dels die el. Auftösung der säurenden und alkalischen Substanz von der, ihrem el. Auflösungsmittel entgegengesetzten, E. angezogen werde, so muse er auch den Grundsätzen der Elektricitätslehre gemäß zugeben, das ihre Elektricitäten selbst wenigstens einigermalsen freie Spannung haben und nicht ganzlich rebunden sind, dann aber mulsten sie sich selbst wechselseitig anziehen und neutralisiren, es konnten also die beiden Stoffe nicht getrennt von einander, sondern sie müßten anfidem Zinke fibetall neutralisirt durch einander niederfallen. Es ist ferner nicht zu begreifen, wie in dem Versuche, wo das Zink, mit zwei reagirenden gefärbten Papieren über einander auf demselben, auf Gold liegt, welches selbst fortdauernd ableitend berührt wird, sich alles ganz auf die gleiche Weise verhält, wie wenn diese Combination sich auf einer Glasplatte befindet. Da im ersteren Falle das Thuk seine positive E. fortdauernd abgeben kann, indem die sie bindende negative B. des Goldes fortdauernd abgeleitet wird, so mulste fortdauernd nur die negativ el. Auslösung des sämenden Stoffs zersetzt werden, und der Niederschlag des saurenden Stoffs bei weitem das Uebergewicht über den Niederschlag des alkalischen Stoffes erhalten, was doch nicht im geringsten der Fall ist. Da sich hierin kein Unterschied zeigt, man mag die Ableitung nach dem Erdboden auch noch so vollkommen machen, so ist dieses eine unauflösliche Schwierigkeit für die Theorie, da in dem Falle der geschlossenen Kette die Mitwirkung der correspondirenden negativen E. die Wirkung höchstens verdoppeln könnte. Selbst die Hemmung des el. Stromes durch eine den feuchten Leiter unterbrechende, am Rande trockene, Goldmünze, und des davon abhangigen galvanochemischen Processes des getrennten Auftretens der sauren and alkalischen Stoffe folgt nicht nothwendig, denn man sieht nicht ein, warum nicht die - E der obern Goldplatte durch das obere Blatt und die Goldmünze hindurch stromen und gegen die dem Zinke zugekehrte untere Fläche der interpolirten Goldmunze die + el. Auflösung anziehen und durch fortdauernde Neutralisirung ihrer E, den alkalischen Niederschlag an dieser untern Fläche hervorbringen sollte, während das Zink seinerseits durch seine + E die säurende Auslösung zersetzt, und auf seiner Fläche den säurenden Stoff ansammelt, so dass, wenn auch nicht vier getrennt austretende Niederschläge, doch wenigstens zwei entstehen müßten. Endlich bleiben viele andere Erscheinungen nach dieser Theorie gänzlich unerklärt, namentlich die Wirksamkeit von Ketten aus Gold oder Platin mit einem noch mehr negativen Körper wie Graphit und einer Säure oder Schwefelleber, in welchem Falle keiner von den beiden trockenen Erregern zwei dergleichen Auflösungen zu erzeugen vermag, die Erscheinungen der Ketten aus bloß einem Metalle und zwei Flüssigkeiten, und außerdem ergeben sich noch Schwierigkeiten bei Anwendung dieser Theorie auf die Erklärung der Erscheinung der Säule, wovon unten die Rede seyn wird.

64. Eine ganz andere Gestalt, als alle bisher vorgetragenen Theorieen hat die dynamische Ansicht Pohl's ¹, welche jene Vorstellungsarten von einem el. Strome, einer in einem beständigen Kreislaufe befindlichen el. Materie als grobsinnliche, das wahre Wesen dieses großen Naturlebens gänzlich verkennende Trugbilder verwirft, und die drei Classen von Erscheinungen, die hier vorkommen, als bloße verschiedene Formen, Spannungen oder Intensitäten einer und derselben Naturthätigkeit darzustellen sucht, deren allgemeinste Gesetze durch die Erfahrung nachgewiesen, zugleich die höchsten Gesetze der Vernunft selbst seyn sollen.

Um den Vorgang in der dreigliedrigen Kette zu construiien, geht Pour von dem durch directe Versuche von ihm entdeckten allgemeinen (oben Nr. 25. bereits näher beleuchteten) Gesetze aus, dass die Metalle in zwei Classen zerfallen, wovon die eine mit allen feuchten Leitern positiv, diese damit negativ. die feuchten Leiter mit ihnen positiv werden. Zu der letzten Classe gehören die unedlen, oxydirbaren Metalle, zu der erstern die edeln mit Einschluss des Kupfers, so wie die Schwefel-Metalle und die Metalloxyde, die selbst noch Erreger sind, Zwischen diesen beiden Classen von Erregern soll dagegen gerade das entgegengesetzte Verhalten statt finden. Es seyen nun die drei Glieder einer solchen Kette erst nach dem Schema der Linie an einander gereiht, d. h. das feuchte Glied F befinde sich im Contacte mit den beiden Erregern Z und K, ohne dass Contact zwischen den letzteren statt findet (ZFK), so wird das I mit den differenten Tendenzen der Metalle selbst different, es richtet sich gegen das ursprünglich mehr oxydable negative Z. seinen aciden positiven Factor und gegen K, den basischen negati-

¹ Der Process der galv. Kette von G. F. Pohl. Leipzig 1826. IV. Bd. Fff

ven Factor. Diese entgegengesetzten Tendenzen, sofern sie durch 'die besondern trockenen Erreger gefördert sind, treten in der Form einer zweisachen Tendenz zum synthetischen Effecte des Chemismus, als eine zweisache el. Erregung hervor, indem das Z gegen F negativ, dieses gegen jenes positivel. wird, während f gegen K negativ und letzteres gegen F wieder negativ wird, der feuchte Leiter selbst aber in lauter abwechselnde ent-Fig. gegengesetzt el. Schichten zerfällt, wie dieses die eigentliche Form der Fortpslanzung oder sogenannten Leitung der el. Thätigkeit durch den feuchten Leiter ist. In diesem Zustande lässt sich die Kette mit einer el. Verstärkungsflasche vergleichen, bei welcher F die Stelle des Glases einnimmt, Z und K die Belege bilden und welche aus eigener, innerer Erregungskraft auf der Seite des Z negativ, auf der andern des K hingegen positiv geladen ist. Im Augenblicke der Schließung wird die geladene Tafel entladen, und wenn man will, entgegengesetzt geladen, aber nur sier einen unendlich kleinen Augenblick, nach dessen Verlauf sie abermals wieder aus eigener innerer Kraft mit einer durch den Repuls der Reaction um so höheren Intensität von neuem geladen wird, um abermals eben so wieder entladen, und nach der Entladung wieder mit einer von neuem gesteigerten Intensität geladen zu werden, und so immer fort, so lange die Kette durch die Verbindung der Metalle zu einem organischen Ganzen in sich geschlossen ist. In der ungeschlossenen Kette war bereits das F gegen Z positiv und Z selbst negativ. d. h. in dem positiven F war die Tendenz sich gegen Zzu desoxydiren und den aciden Factor gegen dasselbe treten zu lassen, in dem negativen Z war dagegen die Tendenz sich zu oxydiren und den aciden Factor des F an sich zu ziehen versichtbart, eben so wie durch die Relation des negativen F gegen das positive K bei jenem die Tendenz, den basischen Factor abzustossen, bei diesem das Streben, ihn anzuziehen, sich offenbarte. In der geschlossenen Kette sehen wir vollkommen denselben Typus der Thatigkeit ausgesprochen, nur die anfangliche Tendenz jetzt zur reellen Thätigkeit gesteigert; der Elektrismus ist durch die entgegengesetzte Reaction in der Contactelektricität der Erreger zum Chemismus angefacht, so dals das F gegen Z und K im analytischen Effect dirimirt, und der acide Factor von dem Z als dem negativ polaren, der basische von dem K als dem positiv polaren Metalle angezogen wird. So construirt dann Pont durch

einen einzigen Zauberschlag Elektrismus, Chemismus und Magnetismus. Der Magnetismus ist ihm zufolge nichts anders als die allgemeine Tendenz der Masse zur Individualisation, oder insofern die letztere auf der unteren Stufe des Lebens durch den Chemismus der bipolaren Form des synthetischen und analytischen Effects vermittelt wird, ist er zunächst die Tendenz zur Diremtion, zum analytischen Effect des Chemismus, welche von innen heraus wirksam ist, und welche in der geschlossenen Kette durch den ätissern Reiz der Erreger realisirt ist. Nordpol ist jeder Punct in der Kette in der Richtung, in welcher die in ihr befindliche Flüseigkeit als basisches, Südpol dagegen in derjenigen Richtung, nach welcher sie als acides aus sich hervorzutreten strebt, und so ist die Lage der Pole in der Kette durch die Vertheilung der Erreger, welche durch ihren Reiz (!) den chemischen Process hervorrusen, nach einer festen Regel bestimmt. Die Elektricität dagegen ist die Tendenzeum synthetischen Effect des Chemismus, die Wechselwirkung der Individuen, vermöge der ein Differentes durch die Gegenthätigkeit eines andem in das gemeinsame Streben zur Einheit nach der Seite der Totalität hin wieder zurückgezogen wird. So wie die universelle Tendenz des Magnetismus realisirt wird durch die Diremtion der einen Masse in ein acides und basisches, d. h. durch den analytischen Effect des Chemismus, so wird die individuelle Tendenz des Elektricismus realisirt durch die Neutralisation der differenten Stoffe, die allemal wie ein acides und basisches sich einander gegenüberstehen, d. h. durch den synthetischen Process des Chemismus. Die Elektricität ist insofern ein und dasselbe mit der chemischen Synthese, zu der sie sich, wenn es nicht dazu kommt, wie Tendenz zur That, wie ungeöffnete Knospe zur aufgeschlossenen Blüthe verhält. Ein Körper ist positiv el., heisst: in ihm ist der mit der Thätigkeit der Oxygens gleichartige Trieb zur Abstolsung des aciden und zur Anziehung des basischen angeregt; er ist negativ el., heist: er besitzt die mit der Thätigkeit des basischen Princips gleichartige Anregung zur Abstossung des Basischen und Anziehung des Aciden. In der geschlossenen Kette wird jedes magnetische Moment als von dem zunächst folgenden durch ein el. Moment geschieden gesetzt, in weschem der analytische Essect, und mit ihm der Magnetismus, auf's neue angeregt werden durch die sich geltehd machende Contactelektricität, welche auf die polaren Factoren des F zum synthetischen Effect des Chemismus zurückdrängend reagirt, aber dadurch nur für den nächstfolgenden Augenblick eine um so größer Spannkraft für Diremtion hervorruft, welche Momente mit einer so unendlichen Geschwindigkeit auf einander folgen, daß die sie begleitenden Zustände des Magnetismus und Chemismus, einzeln als stetig zusammenhängen.

Pohl findet es ferner eben so leicht, die Wirksamkeit von Ketten aus zwei Metallen, die eine gleichartige positive oder negative Erregung mit dem F eingehen, z. B. von Gold F und Kupfer oder Zinn F und Zink, nach dem oben angegebenen Schema zu erklären. Ganz allgemein ist die el. Relation der Metalle gegen das F die entgegengesetzte von derjenigen, welche sie unter sich zeigen, nur wird sie, wenn beide Metalle gleichartige Pole gegen das F haben, nicht mehr auf eine qualitative, sondern auf eine quantitative Weise versichtbart. Man kann daher das Gesetz auch allgemein für alle Fälle darstellen, wenn man den qualitiven Unterschied zwischen + und - als einen blos quantitativen behandelt, vermöge dessen der negative Erreger dem positiven nur als ein minder positiver, und eben so der positive dem negativen als ein minder negativer gegenüber gestellt wird. Alsdann lautet der Satz allgemein: die Relation irgend zweier Metalle gegen Wasser und gegen irgend eine Solution ist immer die entgegengesetzte von derjenigen Relation, welche beim Contacte derselben Metalle statt findet. In der nicht' geschlossenen Kette KFS steht, weil das S (Silber) mit dem F viel stärker positiv wird, das K demselben wie ein negatives gegenüber. Wird die Kette geschlossen, so soll vermöge des Erregungsdranges beim metallischen Contact das stärker positive S negativ, das schwächer positive K positiv werden; aber durch Antiperistasis oder Reaction wird gerade so wie in der Kette ZFK das S von dem I' in der ursprünglichen E.-Erregung nur um so energischer festgehalten; S wird demnach in einem um so viel höheren Grade positiv, und F, welches in der Berührung mit Sum so stärker negativ angefacht wird, wird auf der Seite des K dadurch um so viel kräftiger positiv, dals jetzt K entschieden negativ wird, und so erscheint in der zum Chemismus gesteigerten Thätigkeit der Kette das Oxygen abermals in dem außer der Kette positiven, in der Kette also negativen, das Hydrogen in dem in der Kette positiven Metalle. Auf ähnliche Weise erklärt Pont auch die Wirkung der zweigliedrigen Kette, wo bei Anwendung eines mit der Flüssigkeit negativ werdenden Metalls die großere Fläche sich in Beziehung auf die kleinere ebenso verhalte, wie das Z gegen das K, bei Anwendung eines positiv werdenden Metalls aber gerade umgekehrt die große Fläche gegen die kleinere eine analoge Relation wie K gegen Z haben müsse.

Ich gestehe aufrichtig, dass ich in diesen und allen übrigen damit übereinstimmenden, mit einer großen Consequenz durchgeführten Erklärungen der Erscheinungen der Säule in ihren verschiedenen Abänderungen die Charaktere einer ächten physikalischen Theorie vermisse, welche nur solche Ursachen zur Erklänung von Erscheinungen zu Hälfe nimmt, die sich mit andern ausgemachten und durch Erfahrungen erwiesenen Ursachen vergleichen lassen, und deren Wirkungsart sich durch die Gesetze der Wirksamkeit solcher unleugbar erwiesenen Ursachen verdeutlichen lässt, einer Theorie, welche die Analogie mit andem als richtig erwiesenen Erklörungen für sich hat. Die Kräfte, welche Pont zu Hülfe nimmt, müssen geradezu für qualitates occultae, nicht sehr verschieden von dem alten Horror vacui erklärt werden, die nach einem ganz willkürlich und blos zum Behuf der Erklärung postulirten Gesetze thätig seyn sollen. Nach allen durch Erfahrung erwiesenen Gesetzen der E. wird - È durch + E und eben so + E durch - E vermindert oder bei Gleichheit beider ganz aufgehoben. Pohl nimmt gerade das Gegentheil an, denn das in dem mit dem feuchten Leiter in Berührung stehenden Zinke vor der Schließung vorhandene soll durch das +, welches im Augenblicke der Schließung durch seinen Contact mit dem Kupfer in ihm erregt wird, vielmehr gesteigert werden. Hier wirkt also das + nicht mehr nach seivem gewöhnlichen el. Charakter, es wirkt vielmehr als ein Reiz gleichsam auf die entgegengesetzte Weise. Wie kann es aber seine eigenthümliche Natur verleugnen? Pont wird sagen, allerdings hebt es das - im Zinke auf, wie auch oben angedeutet ist, es entladet gleichsam dasselbe, aber in Beziehung auf das F wirkt es als ein Reiz, und erregt dieses gleichsam zur stärkern Reaction, wodurch denn das - um so kräftiger im Z austritt. Ein solches Verhältniss ist dann aber offenbar kein elektrisches mehr, sondern ein ganz neues, mit keinem andern Verhältnisse, wenigstens keinem in der anorganischen Natur vergleichbares, ein mysterioses, und die ganze Kraft der geschlossenen Kette,

ein isolirt stehendes willkurlich angenommenes Princip. Aber nicht einmal die Erscheinungen passen zu demselben, ohngeachtet es nach ihnen gemodelt ist. Mag man nun mit Pour annehmen, dass das Eisen mit der Pottaschenlauge negativ und das Kupfer positiv werde, dem Gesetze gemäß, das die Metallé, die mit einer Flüssigkeit negativ werden, dieselbe el. Erregung auch mit allen übrigen Flüssigkeiten zeigen, und eben so die mit einer einzelnen Flüssigkeit positiv werdenden, sich eben so gegen alle übrigen verhalten, oder unsern Versuchen mehr Glauben schenken, welchen zufolge beide gleichmäßig damit negativ werden, so muss doch von den beiden Metallen dasjenige, welches durch die Berührung mit dem andern positiv wird, vermöge dieses stärkern Reizes oder des Gesetzes der Antiperistasis in seiner Negativität wachsen und das andere eben so in seiner Posi-" tivität, oder wenn es selbst negativ war, nunmehr positiv werden, am ersteren also das Oxygen, am letzteren das Hydrogen auftreten. Der Versuch selbst zeigt aber in der geschlossenen Kette aus Eisen, Pottaschenlauge und Kupfer gerade das Gegentheil; indem vielmehr am Kupfer das Oxygen, am Eisen das Hydrogen auftritt, wie DAVY's Versuche gelehrt haben, die ich durch den Multiplicator vollkommen bestätigt fand. chem Widerspruche steht auch das Verhalten mehrerer Amalgame mit dem Zinke in der geschlossenen Kette (vgl. oben). -Auch die Wanderungen der Stoffe von einem Pole zum andern in der geschlossenen Kette lassen sich nach Pour's Theorie nicht wohl begreifen, denn da in dieser der Elektricismus als blofse Tendenz in den Chemismus als die wirkliche That übergeht, so konnen hier die anziehenden und abstoßenden Kräfte der E. im engern Sinne eben so wenig als die Wirksamkeit von reellen Strömungen einer Materie, die nach Pont blosse Blendwerke sind, zu Hülfe genommen werden, vielmehr muß alles den Gesetzen des chemischen Processes gemäß erklärt werden, in welchem aber nirgend eine Abstoßung in die Ferne workommt, ohue welche doch die Wanderung eines Stoffes von einem Pole zum andern gar nicht begreiflich ist,

Da Elektricität und Chemismus nach Pour identische Thätigkeitsäußerungen der Materie sind, so muß der Unterschied, welchem die Metalle und die flüssigen Leiter in ihrem chemischen Grundverhalten zeigen, sich auch in der Art, wie sie die

B. leiten, offenbaren. Die Leitung der E. durch die Flüssigkeit ist nach Pont's Theorie vermöge ihrer Zersetzbarkeit eine wahre Aufgeschlossenheit des elektrochemisch polaren Gegensatzes durch die Masse derselben hindurch von einem Extreme zum Jedes Quantum elektrisch erregter Flüssigkeit, jede einzelne Schicht des flüssigen Leiters in der galvanischen Kette, ist somit als ein Aggregat von abwechselnden positiv und negativ elektrisch polaren, unendlich nahen Lamellen zu hetrachten, die durch wechselseitige Erregung hervorgerufen sind, und an den Extremen jeder einzelnen Schicht, wie die Pole eines Magnetes stets mit entgegengesetzter Polarität hervortreten. Auch nur von einer einzelnen Seite el. angeregt zerfällt die Flüssigkeit in solche abwechselnde polare Schichten, und versichthart eben darum jedesmal auf der entgegengesetzten Seite von derjenigen, wo sie angeregt wird, auf das bestimmteste die entgegengeserzte Erregung, und behält den einmal hervorgerufenen Erregungszustand längere Zeit bei. Ein einzelnes, in die geschlossene Kette versetztes, oder von verschiedenen Seiten her el. entgegengesetzt erregtes Metall, wie z. B. ein Draht, welcher den flüssigen Leiter unterbricht, wird durch die Energie der Entwickelung des ganzen Processes zwar gezwungen, sich gleichfalls für den polaren Gegensatz aufzuschließen, er verschließt sich aber sogleich wieder demselben, sobald dieser Zwang aufhört und nur von einer Seite angeregt erscheint er durch seine ganze Masse hindurch entweder ganz positiv oder negativ. Indess ist diese Verschiedenheit in der Art der Fortleitung der E. durch feste und flüssige Leiter durch keinen entscheidenden Versuch nachzuweisen. Wenn die Leitung der E. überhaupt nichts anders als eine fortschreitende Ausgleichung mit ihrem Gegenestre und eine damit gleichlaufende Erregung der gleichnamigen ist, so muss man auch in den Metallen eine solche undulatorische Fortpflanzung annehmen, wermöge welcher im Fortgange des + aus dem 0 der ersten Schicht oder des ersten Querschnitts seinen Gegensatz, und das auf diese Art frei gewordene + dieses () aus dem () der nächst angrenzenden unendlich dünnen Schicht abermals seinen Gegensatz anzieht, bis endlich die Ausgleichung durch solche abwechselnde Zersetzungen und Wiederzusammensetzungen ihren Weg durch den ganzen Leiter zurückgelegt hat. Nur in wahren Nichtleitern lassen sich fortdauernd in Spannung gegen einander befindliche abwechselnde

Schichten + und - denken, und auch durch directe Versuche nachweisen; die Flüssigkeiten, insbesondere Salzauslösungen, sind aber zu gute Leiter, um die el. Spannung in getrennter Polarität auseinander zu halten. Eine eigenthümliche Paradoxie in Pohl's Theorie ist noch die Behauptung, dass das Zink nicht als positiv el. Körper sich in der Kette oxydire, sondern als negativ el. Körper, dass vielmehr die positiv el. Flüssigkeit die Tendenz habe sich zu desoxydiren, den aciden Factor gegen das negative Metall zu kehren, dass umgekehrt das Kupfer als positiv el. Körper das Hydrogen anziehe, und die an dasselbe angrenzende negative Flüssigkeit als solche die Tendenz habe. den basischen Pol abzustolsen, oder den negativen anzuziehen. Es werden dadurch die gewöhnlichen elektrochemischen Theorieen recht eigentlich auf den Kopf gestellt, und der Erfinder dieser neuen Theorie verwickelt sich dadurch in Schwierigkeiten, die er mit allem seinen Scharssinne nicht zu heben im Stande ist, wie ich bei der Säule noch kürzlich zu erinnern Gelegenheit haben werde,

III. Von dem verstärkten Galvanismus, oder der galvanischen Action in der vervielfachten Kette (der Volta'schen Säule).

A. Thatsachen.

65. Zwei Erreger (Leiter) der ersten Classe, in wie vielen Abwechselungen sie auch mit einander combinirt oder über einander geschichtet werden mögen, geben an den Enden einer solchen Reihe keine stärkere el. Polarität, als die beiden Endglieder in unmittelbarer Berührung mit einander gegeben haben würden, und wenn man die beiden Endglieder einer solchen aus bloßen Erregern der ersten Classe bestehenden Säule, wie groß sie auch immer sey, durch einen feuchten Leiter zur Kette schließt, so hat man keine andere Wirkung, als wenn man eine bloß einfache Kette aus den beiden Endgliedern und dem feuchten Leiter gebildet hätte. Alles dieses ergiebt sich als mittelbare Folge des Spannungsgesetzes der Erreger der ersten Classe, und ist schon oben (Nr. 19, 20 und 23) hinlänglich aus einander gesetzt.

66. Wenn man dagegen Combinationen zweier Erreger der ersten Classe mit zwischengelegten feuchten Leitern an einander reiht, so dass in der Aufeinanderfolge immer dieselbe Lage der Körper gegen einander bleibt, wenn man also z. B. auf einem isolirten Stative eine Reihe von Metallplattenpaaren in einer bestimmten, sich gleich bleibenden, Ordnung, z. B. Zink, Kupfer in Form von Platten über einander in stets gleicher Abwechslung schichtet, so dass zwischen je zwei solchen Metallplattenpaaren immer ein feuchter Leiter z. B. eine mit Wasser, oder Kochsalzauflösung oder einer sonstigen salzigen Flüssigkeit getränkte Scheibe interpolirt wird, so entsteht dadurch eine sogenannte Volta'sche Säule oder Galvanische Batterie, welche nunmehro die el. Thätigkeit und alle davon abhängige Processe der einfachen Kette in einem verstärkten Grade zeigt, und deren Erscheinungen zusammen das Gebiet des verstärkten Galvanismus, der vervielfachten Kette oder des sogenannten Voltaismus im engem Sinne ausmachen, welche letztere Bezeichnung einige zum Andenken des unsterblichen Erfinders der Säule vorgeschlagen haben, und zum Unterschiede von dem Galvanismus im engern Sinne, welche Benennung die Erscheinungen der einfachen Kette bezeichnet, nach dem Namen desjenigen, dem das Glück diesen seltenen Fund gewährt hatte.

67. Es lassen sich alle Erscheinungen des verstärkten Galvanismus nach demselben Schema betrachten; nach welchem ich Erscheinungen der einfachen Kette entwickelt habe, also erstlich die Erscheinungen der vervielfachten Kette im ungeschlossenen Zustande, demnächst die Erscheinungen der geschlossenen Säule nach den Hauptverschiedenheiten ihrer Zusammensetzung aus zwei Erregern der ersten und einem Erreger der zweiten Classe, einem Erreger der ersten und zweien der zweiten Classe, endlich bloßer Erreger der zweiten Classe und nach den Hauptclassen von Wirkungen, welche die Saule eben so wie die einfache Kette, nur in einem verstärkten Grade, zeigt. Um jedoch diesem Artikel keine ungebührliche Ausdehnung zu geben, und da sich, wenn von einer Art von Säule das Gesetz, nach welchem sich die galvanische Action vervielfacht und die davon abhängigen Processe gesteigert hervortreten, entwickelt ist, die Anwendung auf jede andere Art von Saule sich von selbst ergiebt, so will ich mich hier nur auf die Volta'sche Säule in ihrer einfachsten Form beschränken, und die Hauptumrisse des verstärkten Galvanismus, sowohl was die

Phänomene als auch die Theorie betrifft, mittheilen, das nähere Detail und insbesondere die Beschreibung der verschiedenen Arten von galvanischen Batterien und ihren mannigfaltigen Wirkungen den Artikeln Säule, Voltasche Säule, trockene oder Zambon'sche Säule vorbehalten.

68. Die el. Versältnisse einer nach dem obigen Schema (Nr. 66) gebauten Säule verdienen vor allen unsere Aufmerksamkeit, da sich nach ihnen vorzüglich die übrigen Wirkungen der Säule richten, die eben darum auch nicht unpassend den Namen der elektrische Säule erhalten hat. Diese Verhältnisse sind zuerst mit großer Klarheit von Volta 1 entwickelt, aber auch unabhängig von diesem, von andern Beobachtern, insbesondere von Enman 2 und im größten Detail von Ritter 3 und Jagen 4 beschrieben worden, und man kann diesen Theil des Thatsächfichen als vollkommen erschöpft betrachten. Gerade so, wie in der einfachen Kette, zeigen auch hier die el. Verhältnisse eine wesentlich verschiedene Beschaffenheit, je nachdem die Säule ungeschlossen oder geschlossen ist. Im ersten Falle zeigt sich die E. nur durch freie Spannung, im zweiten durch Strömung (Ausgleichung) thätig, im ersten Falle gelangt sie zu einem stabilen Gleichgewichte, oder einem Zustande der Ruhe in allen einzelnen Ketten, welche zusammen die Säule ausmachen, im zweiten Zustande wird dieses Gleichgewicht stets wieder aufgehoben, und eine beständige innere Bewegung unterhalten; im ersten offenbart sich die Thätigkeit nach außen als rein el. ohne innere Veränderung der Glieder, im zweiten als rein magnetische mit innerer (chemischer) Veränderung der Glieder. Zwischen beiden Zuständen liegt der Zustand der unvollkommenen Schliessung mitten inne, kann sich aber bald mehr dem einen, bäld mehr dem andern nähern, und vereinigt dann beide Classen von Phänomenen entweder auf gleiche Weise oder mit dem Uebergewichte der einen oder der andern, je nachdem dieser Zustand dem einen oder dem andern näher liegt.

¹ G. X. 439. ff.

² Ebend, VIII. 197. 384.

⁸ Ebend, VIII. 209, 387, und XIII. 265.

⁴ Ebend. XI. 816, and XIII. 899.

Elektroskopische Phänomene der vollkommen offenen isolirten Säule.

69. Erbaut man nach der oben (Nr. 66) angeführten Weise aus einer hinlänglich großen Anzahl von Abwechselungen z. B. aus 200 Plattenpaaren aus Zink und Kupfer von runder oder viereckiger Gestalt, wobei, was die elektroskopischen Phänomene betrifft, die Größe der Platten nicht in Betracht kommt, mit Tuch oder Pappenscheiben, welche mit Kochsalzlauge oder Fig. Salmiakauflösung getränkt sind, wenn also diesem gemäß C das 122. Kupfer, Z das Zink, N die feuchte Pappe und gg die wohlübersirnisten Glasstäbe bezeichnen, welche die Metallplatten in ihrer Lage stützen und zugleich isoliren, und sorgt für eine so viel möglich vollkommene Isolirung der Säule durch Unterlegung einer hinlänglich dicken Harzscheibe r, über welcher sich selbst noch mehrere recht trockene Glasplatten vv befinden, so zeigt sich an beiden Enden A und B freie el. Spannung, welche durch hinlänglich empfindliche Elektrometer erkennbar ist. Die Säule erscheint als ein wahrer el. Magnet mit zwei Polen. Das eine Ende ist positiv, das entgegengesetzte Ende ist negativ und zwar liegt, welche Combination von zwei trockenen Erregern, oder welches Plattenpaar man auch unter Beibehaltung des oben angeführten feuchten Leiters anwenden mag, der positive Pol immer nach derjenigen Seite, nach welcher das positive Glied der gewählten Combination hin liegt, wenn man nämlich diese Lage in Beziehung auf das angewandte Plattenpaar bestimmt, oder von der Berührungssläche der beiden Metalle oder Erreger der ersten Classe mit einander ausgeht; der negative Pol dagegen nach derjenigen Seite, nach welcher der negative Erreger hingekehrt ist, und also in dem gewählten Beispiele der positive Pol nach oben, der negative nach unten. Diese beiden Pole sind sich an el. Intensität vollkommen gleich, und wenn besonders in früheren Versuchen ein Ungleichheit derselben beobachtet wurde, so lag die Ursache bloss in ihrer nicht gleich vollkommenen Isolirung. So hatte ich z. B. den negativen Pol schwächer als den positiven gefunden 1, ERMAN fand dagegen zuweilen die Divergenz am negativen Pole die am po-

^{1 8}chw. III. 868.

sitiven Pole übertreffen 1, und leitete diesen Unterschied von einer verhältnissmässig etwas stärkern Entladung des positiven Pols durch die umgebende Luft her, wenn sich diese in einem negativ el. Zustande (?) befand, RITTER, der in seinen anfänglichen Untersuchungen bald den positiven, bald den negativen Pol überwiegend fand 2, überzeugte sich, dass wenn alle Umstände, die auf die Schwächung des einen oder andern Pols hinwirken, sorgfältig vermieden werden, die Elektricitäten an beiden Enden gleiche Intensitäten zeigen. Bei verticalen Säulen macht die vollkommene Isolirung des unteren Pols große Schwierigkeiten, indem durch das Ablaufen der Flüssigkeit die Unterlage leitend wird, wie G. Bischoff durch mehrere Versuche außer Zweisel gesetzt hat 3. Er baute zwei ganz gleiche Säulen von 202 Paaren Zink und Kupfer, welche auf ungefähr 1 Zoll dicken Harzkuchen, die in Kästchen von Pappe eingegossen waren, ruhten. Beide Säulen standen in einem Gestelle, and jede war durch 4 senkrecht stehende Glasröhren eingeschlossen, sie waren in entgegengesetzter Ordnung aufgebaut, so dass die eine den positiven oder Zinkpol, die andere den negativen oder Kupferpol nach oben hatte; jeder der obern Pole zeigte, durch das Elektrometer geprüft, gleiche Intensität, aber der untere Pol bei beiden war ohne alle Wirkung auf das Elektrometer. Bei einer großen Sorgfalt zeigten aber auch die unteren Pole ihre freie el. Spannung, und zwar von ganz gleicher Intensität wie die oberen. Zur Prüfung der freien Spannung der Pole haben daher horizontalliegende Säulen, deren Endplatten sich leichter vollkommen isoliren lassen, da hier keine Benetzung der Harzscheiben durch die Flüssigkeit eintritt, einen entschiedenen Vorzug. Es ist aber noch eine andere Vorsicht zu beobachten, wenn man die wahre el. Polarität der offenen Säule in ihrem reinen Zustande beobachten will. Entweder muss man sie nämlich so aufbauen, dass man jede einzelne Scheibe mit isolirenden Handhaben, z.B. mit Zangen, welche mit Siegellack überzogen, und überdiels noch mit Seide ausgefüttert sind, anfalst, oder man entladet die ohne jene Vorsicht aufgebaute Säule durch eine vollkommene Schließung mit einem isolirten metallenen

¹ G, XI, 98.

² Ebend. VIII. 454.

S Kastner's Archiv IV. 18.

Drahte, und hebt ihn nach kurzer Zeit ab. Hat man mit einem nicht isolirten Metalldrahte geschlossen, so würde man für den Fall, daßs man die Verbindung mit den beiden Polen in demselben gleichen untheilbaren Augenblicke aufhöbe, die Säule im Zustande einer vollkommene Gleichheit beider Pole zurückgelassen erhalten. Da dieses aber in der Wirklichkeit buchstäblich wohl nie zu erreichen ist, sondern der eine oder andere Pollänger in Verbindung mit dem Drahte zu bleiben pflegt, so wird sich als Folge davon stets eine kleine Ungleichheit in der Stärke der Pole einstellen, indem derjenige Pol, welcher längere Zeit in Berührung gewesen war, eine geringere Intensität zeigen wird, mit einem Unterschiede, welcher dem Unterschiede der Zeit zwischen dem Aufhören der Verbindung des Metalldrahts mit dem einen und dem anderen Pole proportional ist 1.

Bei einer Säule von 100 Plattenpaaren ZK ist'die el. Intensität der Pole schon so merklich, dass die 24 Z. langen und höchstens 2 Linien breiten Blättchen eines Bennet'schen Elektrometers 4 L. divergiren und Volta erhielt von den Polen einer solchen Saule an einem Goldblattelektrometer 3 L., und an seinem feinen Strohhalmelektrometer eine Divergens von 1,5 bis 1,75 L. Dass der Umfang des Elektrometers im Verhältniss zur Größe der Endplatten einer Säule, deren el. Intensität man auf diese Art prüfen will, nur wenig betragen dürfe, und eigentlich dagegen verschwindend seyn müsse, wenn man bei vollkommener lsolirung des entgegengesetzten Pols das wirkliche Maximum der el. Intensität des Pols erhalten will, darauf werde ich noch weiter unten bei den Versuchen mit dem Condensator zurückkommen. Je größer die Zahl der Plattenpaare ist, aus welcher man die Säule erbaut hat, um so auffallender wird die freie el. Spannung der Pole seyn 2, und wir werden an einem andern Orte sehen, dass sie bei Säulen von mehreren tausend Abwechslungen endlich einen Grad. erreicht, um leichte Pendel in Bewegung zu setzen, und bei hellem Tage sichtbare Funken von einer bemerklichen Schlagweite und mit hörbarem Knistern mitzutheilen. Bei einer Säule von 100 Plattenpaaren ist indess die Intensität noch so gering, dass sie selbst den Widerstand der dünnsten Oxydschicht nicht zu überwältigen vermag, weswe-

¹ RITTER bei G. VIII. 480.

² S. Säule, trockene.

gen man bei den Drähten, welche die Verbindung zwischen dem Pole und dem Elektrometer machen, auf reine metallische Berührungspuncte sehen muß. Damit der eine Pol seine freie el. Spannung zeige, ist es durchaus nicht nöthig, dass zugleich die E. des entgegengesetzten Pols nach außen beschäftigt sev. Wenn daher zwei Goldblattelektrometer mit den beiden Polen gleichzeitig in Berührung sind, und beide Elektrometer die gleiche Divergenz, das eine die positive das andere die negative zeigen, so nimmt so wenig die Divergenz des einen als des andern Pols ab, wenn man die Verbindung des andern Pols mit seinem Elektrometer aufhebt. Diesem scheinen die von RITTER mit einer Säule von 600 Paaren Zink, Kupfer und mit Kochsalzlösung getränkten Pappen angestellten Versuche zu widersprechen 1, an welcher ein Saussüre'sches Hollundermarkkügelchenelektrometer nicht divergirte, wenn es mit seinem obern Haken vom einen oder andern Pole 2 der gut isolirten Säule in der freien Luft-herabhing, ohne dass von der Bodenplatte des Elektrometers eine Ableitung nach der Erde angebracht, das Elektrometer also ganz isolirt war. Erst dann, wenn die Isolirung desselben aufgehoben wurde, gingen die Kügelchen aus einander und zwar mit einer Divergenz, die nur die halbe von derjenigen war, welche jeder einzelne Pol zeigte, wenn der andere ableitend berührt wurde, und welche letztere an dem gebrauchten Elektrometer 2,5 Par. Zoll betrug; wurde dagegen der untere Haken der Bodenplatte des Elektrometers zugleich mit dem andern Pole verbunden, so zeigte das Elektrometer die ganze Divergenz, d. h. dieselbe, wie wenn die Säule an dem andern Pole ableitend berührt worden wäre! Dass allerdings die Entgegenwirkung in dem einen Falle des + E. aus dem Erdboden, in dem andern Falle des entgegengesetzten Pols von den an den Seitenwandungen des Elektrometers herabgehenden Staniolstreifen aus auf die Verstärkung der sonst nur einseitigen repulsiven Wirkung des einen Pols in den durch den Haken des Instruments mit denselben in Verbindung stehenden Kügelchen beitragen musste, ist leicht einzusehen; auch lässt sich annehmen,

¹ G. XIV. 6.

² Die große Säule bestand aus 4 neben einander aufgebauten Säulen, jede von 150 Plattenpaaren, die so mit einander verbunden waren, daß die beiden Pole sich zu oberst an den Enden der beiden äußern Seiten befanden.

dels bei einem so wenig empfindlichen Elektrometer die blefs einseitige repulsive Wirkung nicht im Stande gewesen seyn möchte, die Kügelchen zu einer merklichen Divergenz zu bringen; dass aber auch ohne diese Entgegenwirkung durch die bloss einseitige Wirkung des einen oder andern Pols einer Säule von 80 bis 100 Plattenpaaren wenigstens die Goldblättchen eines vollkommen isolirten Elektrometers zur Divergenz gebracht werden, haben mich oft wiederholte Versuche gelehrt, wie dann . auch Erman 1 schon in der ersten Zeit bei den mit der Säule angestellten Versuchen beobachtete, dass der eine Pol einer vollkommen isolirten Säule von 200 Plattenpaaren eine Hollundermarkkugel aus einer Entfernung von 2 Linien anzog, wenn auch der andere Pol nicht von außen beschäftigt (vollkommen isolirt) war, welche Anziehung aber allerdings viel rascher und bei . einer Entfernung von 4 bis 5 Lin. erfolgte, wenn der andere Pol ableitend berührt wurde. Es ist eine merkwürdige Beobachtung RITTER's, dass die einem Elektrometer von dem einen oder andern Pole aus mitgetheilte E. eine geringere Wirkung hervorbringt, oder eine geringere Intensität zeigt, so lange die Verbindung zwischen dem Elektrometer und dem Pole besteht als unmittelbar nach aufgehobener Verbindung. Dieses Resultat erhielt RITTER, als ein Goldblättchen, welches an dem Ende eines isolirten Stempels einer Glocke herabhing, einem Drahte, 198 in den ein seitwärts durch die Glocke gehender Stempel endigte, gegenüberstand, und nun mit dem ersten Stempel der eine oder andere Polardraht einer Batterie in Verbindung gebracht wurde, Wie aus der Zeichnung zu ersehen ist, wo a das an dem einen Stempel A herabhängende Goldblättchen, & den mit dem andern Stempel B verbundenen Draht bezeichnet. Wurde nach geschehener Verbindung und während derselben von A mit a, dem zum positiven, oder mit b, dem zum negativen Pole der isolirten Saule gehenden Drahte, & dem Goldblättchen a so weit genihert, bis a dergestalt gegen & umgebogen wurde, dass nur noch wenig fehlte, um ganz an β anzuschlagen, und wurde dann a oder b von A getrennt, so näherte sich in demselben Augenblicke a dem Drahte & schnell noch mehr, und schlug wirklich an denselben an. War die Entfernung des Drahtes & von a so grofs, dass bei der Trennung des Drahtes a oder b von

¹ G. VIII. 199.

A, a nicht wirklich bis zu β überschlug, so versuchte doch a in dem Augenblicke der Trennung nach β hinzugehen, es bekam gleichsam einen kleinen Stofs nach ihm hin, dieser war aber zu schwach, es ganz hinzubringen, es drehte unterwegs, noch ehe es β erreichte, wieder um, und fiel langsam in seine allererste Lage zurück.

Sind die Metallplatten einer Volta'schen Säule hinlänglich groß, im Verhältnisse gegen den Theil des Elektrometers dem die E. von der Säule aus mitgetheilt werden soll, so dass bei der Ausgleichung irgend eines Quantums von freier E., welches einer solchen Platte von außen mitgetheilt worden wäre, mit dem Elektrometer die Intensität oder Spannung der E. der Platte nicht merklich vermindert werden möchte, so wird die Endplatte der Säule, wenn sie an einem isolirten Handgriffe von dieser abgenommen wird, dem Elektrometer dieselbe Divergenz mittheilen, als so lange sie noch mit der Säule in Verbindung stand, zum Beweise, dass die E., wenn gleich durch die Thätigkeit der Säule hervorgerufen, doch nunmehr unabhängig von dieser Thätigkeit für sich fortbesteht, und sich also die Volta'sche Saule in dieser Hinsicht ganz verschieden von einem Magnete verhält, bei welchem ein Fragment, von dem einen oder andern Ende abgetrennt, nicht die einseitige nördliche oder südliche Polarität beibehält, sondern als ein neuer, jedoch viel schwächerer Magnet mit beiden Polen auftritt 1.

Die freie el. Polarität schränkt sich nicht bloß auf die Endplatten ein, sondern sie erstreckt sich von da aus, jedoch abnehmend, in beiden Hälften nach der Mitte der Säule zu, wo ein () oder Indifferenzpunct sich befindet, welchen die isolitte Säule im eigentlichen Sinn in zwei Hälften von entgegengesetzter freier el. Spannung theilt, wovon die eine Hälfte durchaus positiv, die andere durchaus negativ ist, gerade so wie ein Longitudinal – Magnet in seinen zwei Hälften die entgegengesetzten Magnetismen zeigt, wobei jedoch die el. Intensitäten in den beiden Hälften nach dem Indifferenzpuncte zu nach einem andern Gesetze abnehmen, als bei dem Magnete. Um diese Abnahme und ihr Gesetz genauer übersehen zu können, wollen wir uns eine Zink – Kupfersäule vorstellen, und auch hier den el. Spannungsunterschied dieser beiden Metalle als Einheit zum Grunde

¹ Vgl. Pfaff in Schw. J. X. 189.

legen. Die Quantitäten der negativen und positiven Elektricitäten der isolirten Säule bilden dann in Beziehung auf dieses Grundmaß zwei arithmetische Progressionen, in deren jeder der Unterschied zwischen zwei auf einander folgenden Gliedern die Einheit seyn wird. Ist die Anzahl der Platten gerade, so erhält man die Intensität des negativen Pols an der Kupferplatte, wenn man die Zahl der Platten durch 4 dividirt, und den Quotienten mit dem - Zeichen versieht; dieselbe Zahl mit dem Zeichen 4 giebt den gleichen positiven Pol. Diese beiden äußersten Platten befinden sich in zwei gleichen und entgegengesetzten Zuständen, und derselbe Fall wird je für zwei Platten, die sich in gleicher Entfernung von den Extremen befinden, statt haben. In der Mitte der Säule werden sich zwei Platten auf O befinden. Die Summe der beiden Progressionen, der negativen und positiven, wird stets 0 seyn. So wird also unter obiger Voraussetzung bei einer Saule von 6 Plattenpaaren oder 12 Platten, die el. Intensität der beiden Endplatten durch die Zahlen $+\frac{12}{4} = +3$

und $-\frac{12}{4} = -3$ ausgedrückt werden, und folgende Reihe von

Zahlen den el. Zustand der Platten darstellen.:

-3-2; -2-1; -1-0; +0+1; +1+2; +2+3. Ist die Anzahl der Platten ungerade, so wird man den Zustand der ersten Platte von der negativen Seite ausgegangen erhalten, wenn man erst den 4ten Theil der Platten mit dem negativen Zeichen nimmt, und die Einheit, dividirt durch 4mal die Anzahl der Platten, hinzufügt. Alles übrige gilt auch hier auf gleiche Weise, wie im ersten Falle. So wird man also z. B. für 7 Platten die negative Spannung der ersten Kupferplatte

 $=\frac{7}{4}+\frac{1}{28}=-\frac{12}{7}$, und den el. Zustand der übrigen Platten durch folgende Progression dargestellt erhalten:

 $-\frac{12}{7} - \frac{5}{7}; -\frac{5}{7} - \frac{2}{7}, +\frac{2}{7} + \frac{5}{7}, +\frac{5}{7} + \frac{12}{7}.$

In allen Fällen werden die Platten, die durch die feuchten Leiter von einander getrennt sind, die gleiche el. Spannung haben, so ferne man von den schwachen elektromotorischen Wirkungen dieser letzteren selbst abstrahirt.

Die Richtigkeit dieser arithmetischen Darstellung lässt sich durch gewöhnliche elektroskopische Versuche nur im AllgemeiIV. Bd. Ggg

nen und annähernd nachweisen, insofern diese Versuche bloß zeigen, dass wenn man bei einer vollkommen isolirten Säule von 200 bis 300 Plattenpaaren das Elektrometer von der obersten oder untersten Endplatte aus nach der Reihe mit den nach innen zu liegenden Platten in Verbindung setzt, die Spannungen sehr allmälig und gleichförmig von beiden Seiten aus abnehmen, die aber bald so schwach werden, dass auch das empfindlichste Elektrometer bei dem 20sten bis 30sten Plattenpaare, von der Mitte ausgegangen, keine merkliche Spur von freier Spannung mehr anzeigt, diese Richtigkeit ergiebt sich aber folgerecht aus dem Satze, dass die Spannungen der auf einandersolgenden Plattenpaare in arithmetischer Ordnung wachsen, ein Satz, welcher mit Nothwendigkeit aus der Volta'schen Theorie folgt, und den auch die weiter unten zu beschreibenden Versuche mit dem Condensator so scharf beweisen, als überhaupt unsere die E. messenden Instrumente auf dem jetzigen Standpuncte genaue vergleichbare Masse für freie el. Spannungen zu geben im Stande sind.

Elektroskopische Verhältnisse der einseitig abgeleiteten Säule.

70. Sind die beiden Pole einer vollkommen isolirten Volta'schen Säule mit zwei Goldblattelektrometern verbunden, welche in diesem Falle gleiche el. Spannung, das eine positive, das andere negative, zeigen, und berührt man den einen Pol ableitend mit dem Finger, so sinkt seine Spannung augenblicklich auf O herab und die Spannung des andern steigt auf das Doppelté der ursprünglichen, und erreicht das Maximum, dessen sie überhaupt fähig ist. Da sich ein Strohhelm- oder Goldblattelektrometer wenigstens für gewisse Grade leicht so reguliren lässt 1, dass man die Spannungen, die es anzeigt, vergleichungsweise in Zahlenwerthen genau angeben kann, so gilt diese Behauptung der Verdoppelung nicht blos als Folgerung aus andern Versuchen, namentlich mit dem Condensator, sondern findet ihre Bestätigung in den Versuchen selbst, jedoch nur unter der Bedingung, dass die leitende Oberfläche der Elektrometer gegen die der Platten nicht merklich Von dem abgeleitet berührten Ende oder in Betracht kommt.

¹ S. Elektrometer.

dem 0 ausgegangen befolgen die Spannungen in einer solchen Säule aus Knpfer und Zink unter obiger Voraussetzung, daß der Spannungsunterschied zwischen Zink und Kupfer in der Berührung = 1 gesetzt werde, eine arithmetische Progression, die durch die natürliche Folge der Zahlen dargestellt wird, indem der Spannungsunterschied ja zweier in unmittelbarer Berührung befindlicher Platten = 1, und die Spannungen der je durch, einen feuchten Leiter zunächst von einander getrennten heterogenen Platten geichartig und gleich groß sind, und zwar sind diese Spannungen durchaus positiv, wenn der negative Pol ableitend berührt worden ist, negativ dagegen bei ableitender Berührung des positiven Pols; das für eine aus 6 Plattenpaaren bestehende, isolirte Säule oben angegebene Schema verändert sich für diese beiden Fälle in nachfolgendes:

0+1; +1+2; +2+3; +3+4; +4+5; +5+6
0-1; -1-2; -2-3; -3-4; -4-5; -5-6
und beide Säulen sind im strengsten Sinne unipolar. Die Divergenz der Goldblättchen oder Strohhälmchen, die in dem Augenblicke der ableitenden Berührung des entgegengesetzten Pols auf des Doppelte verstärkt worden war, behauptet sich in dieser Stärke, ohne weiter zuzunehmen, so lange die Säule überhaupt noch wirksam ist, was mehrere Tage hindurch statt finden kann.

Nimmt man den ableitenden Draht, der mit dem einen oder andern Pole in Verbindung stand, ab, und läßst so die Säule wieder im Zustande der Isolirung, so bleibt sie dennoch auf längere Zeit in demjenigen Zustande der Spannung, in welchen sie durch das vorige Verfahren gebracht wurde, und nur allmälig kehrt sie in ihren ursprünglichen Zustand doppelter Polarität zurück, in so fern in dem Verhältnisse, in welchem die E. an dem Pole, an welchem die Anhäufung statt fand, sinkt, die antgegengesetzte allmälig wieder an dem andern Pole zum Vorschein kommt, bis auf beiden Seiten wieder vollkommene Gleichheit und an jedem Pole die Hälfte der durch die Ableitung an einem einzelnen Pole hervorgerufen gewesenen Intensität statt findet. Es bedarf kaum der Erinnerung, daß alle diese Erfolge nur unter der Bedingung der möglichst vollkommenen und ganz gleichen Isolirung beider Pole statt finden, und nur durch

¹ Vgl. Erman in G. VIII. 208.

sehr empfindliche und genau vergleichbare Elektrometer constatirt werden konnen. Wenn man die Qualität der E. des mit dem einen Pole verbundenen Elektrometers, während der andere Pol ableitend berührt wird, auf die gewöhnliche Weise durch eine angenäherte geriebene Siegellackstange oder Glasröhre untersuchen will, so erhält man gerade das entgegengesetzte Resultat von demjenigen, was man nach der angeführten Auseinandersetzung erwarten sollte oder die Pole scheinen gerade die antgegengesetzte E. von derjenigen, die alle sonstige Versuche an ihnen offenbaren, zu besitzen. Die durch den positiven Pol divergirenden Strohhälmchen oder Goldblättchen, statt durch Annäherung der Glasröhre in ihrer Divergenz zuzunehmen, nehmen vielmehr darin ab, und erst wenn die Glasröhre noch weiter genähert wird, tritt eine abermalige stärkere Divergenz ein. Eben so verhält sich die Sache mit dem, mit dem negativen Pole in Verbindung stehenden, Elektrometer bei Annäherung der geriebenen Siegellackstange. Wird dagegen derselbe Versuch mit dem Elektrometer angestellt, nachdem dasselbe außer Berührung mit den Polen der Säule gebracht worden, so verhält sich alles der gewöhnlichen Regel gemäß, d. h. die durch den positiven Pol zur Divergenz gebrachten Goldblättchen oder Strohhälmchen nehmen nunmehro bei Annäherung der geriebenen Glasröhre an Divergenz zu, und eben so die durch den entgegengesetzten Pol divergirenden durch Annäherung der geriebenen Siegellackstange. Diese von mir beobachtete Anomalie, welche ich eben darum ein el. Paradoxon nannte 1, erklärt sich auf folgende Weise. Da nämlich die Säule an dem entgegengesetzten Ende mit dem Erdboden in Verbindung steht, so wirkt, wenn das Elektrometer mit dem positiven Pole communicirt, die positive E. der Glasröhre nach dem gewöhnlichen Gesetze auf Anziehung von negativer E. aus dem Erdboden längs der ganzen Saule, wodurch die Spannung des positiven Pols und die Divergenz des Elektrometers vermindert werden muss, weswegen man dann auch eine Art von Schwanken in dem Elektrometer wahrnimmt, indem die Säule immer wieder ihre vorige Spannung herzustellen strebt; nähert man aber dann die Glesröhre immer mehr, so nimmt die Vertheilung immer mehr zu; die aus dem 0 der Säule und des Elektrometers selbst durch Anzie-

¹ Schw. III. 367.

hung des - frei gemachte und zurückgetriebene positive E. ist dann wegen der näheren und stärkeren Einwirkung gezwungen, ihren Weg auch abwärts durch die Goldblättchen selbst zu nehmen, und indem sie sich nach unten zu in ihnen anhäuft, bringt sie neue Divergenz hervor. Wird hingegen derselbe Versuch mit dem Elektrometer angestellt, nachsem es außer Verbindung mit der Sänle gebracht worden ist, so muss nothwendig das kleinste Quantum von +, das durch Anziehung des - aus dem 0 des Elektrometers durch die angenäherte Glasröhre frei gemacht wird, zu dem schon in dem Goldblättchen vorhandenen freien + hinzukommen, und die repulsive Wirkung desselben, und damit die Divergenz der Goldblättchen auf die gewöhnliche Weise vermehren. Alles dieses findet auf gleiche Weise nur mit veränderten Zeichen seine Anwendung auf den negativen Pol. Eine Volta'sche Säule äußert bei ableitender Berührung des einen oder andern Pols selbst eine merkliche Wirkung auf ein Elektrometer, wenn dasselbe auch nicht unmittelbar mit dem andern Pole in Verbindung gesetzt wird, sondern nur auf einem und demselben Tische mit der Säule steht. G. Bischoff hat viele Versuche 1 über den Einflus, welchen verschiedene Umstände hierbei ausüben, angestellt; die von ihm beobachteten Erscheinungen erkleren sich im Allgemeinen befriedigend nach den bekannten Gesetzen der el. Vertheilung, und liefern zugleich sehr entscheidende Beweise für das nicht unbedeutende Leitungsvermögen des Glases für E., worin es Seide, Siegellack und Harz weit übertrifft, obschon auch diese in seinen Versuchen als relative Leiter sich zeigten. Der auffallendste Versuch war, dass wenn Beschoff mit seinem Finger den Kupferpol einer Säule berührte, während der Zinkpol isolirt war, das Goldblättchen eines Bohnenberger'schen Elektrometers die E. des ableitend berührten Pols zeigte, ohngeachtet er in keiner andern Verbindung, als durch den Fussboden mit dem Tische und dem Elektrometer stand. Die Bewegung des Goldblättchens nach dem positiven Pole der kleinen trockenen Säule erfolgte selbst dann noch, wenn eine andere Person, sie mochte stehen, wo sie wollte, den Kubferpol berührte. Auch war kein Unterschied zu bemerken, ob der Zinkpol isolirt war, oder nicht. Dieser Versuch steht in einem scheinbaren Widerspruche mit

¹ Schw. N. R. V. 251.

der von Bischors in seinen Folgerungen aufgestellten, und in einem späteren Aufsatze 1 wiederholten, Beltauptung, dass durch blosse Berührung eines Pols der Säule mit dem Finger ein in der Nähe stehendes Elektrometer die gleiche Elektricität des Pols erhalte. Denn da im obigen Falle beide Pole zugleich berührt sevn müssen, wenn nämlich der Zinkpol night isolirt war, so mulsten beide Elektricitäten zugleich in dem Elektrometer auftreten; es konnte also weder die eine noch die andere zeigen. Der Grund, dass demungeachtet das Elektrometer nur die E. des Kupferpols zeigte, lag darin, dass der negative Pol der angewandten Saule viel stärker war als der positive, indem BISCHOFF eigentlich mit zwei Säulen experimentirte, die zwar mit einander zusammenhingen, und somit eine einzige Säule bildeten, aber so wenig isolirt waren, dass man jede als eine eigene Säule betrachten konnte, deren unteres Ende durch eine Glasplatte nur unvollkommen isolirt sich merklich auf () befand, während das obere Ende allein wirklich isolirt war. Nun hatte die eine Säule von 123 Plattenpaaren an ihrem oberen Ende den Kupferpol, die andere nur von 39 Plattenpaaren an ihrem oberen Ende den Zinkpol, folglich mulste, unter diesen besonderen Umständen, der negative Pol jedesmal das Uebergewicht außern. Es leidet wohl keinen Zweisel, dass jene mit der E. des berührten, und damit abgeleiteten, Pols gleiche E. des Goldblättchens von eieiner Zuleitung der abgeleiteten E. zu demselben durch den menschlichen Körper, den Tisch, auf welchem das Elektrometer stand, und das gläserne Gehäuse des Elektrometers. das nur ein sehr unvollkommener Isolator ist, abhing, Enman will indels unter ähnlichen Umständen ein entgegengesetztes Resultat erhalten haben 2. Er isolitte ein außerst feines Elektrometer auf das vollkommenste, stellte es in einer Entfernung von 7 bis 8 Fuß einer gut isolirten kräftigen Säule von 300 Plattenpaaren gegenüber, und gab demselben eine positive Divergenz. So oft er nun den + Pol der Säule berührte, fiel das Elektrometer etwas zusammen, und divergirte wieder etwas stärker, wenn er den - Pol berührte, War die Säule sehr thätig, so wurde das Elektrometer afficirt, wenn man demselben auch gar keine Divergenz vorher mitgetheilt hatte. Enman erklärt sich diese Wir-

¹ Kastner's Archiv IV. 79.

² G. XI. 97. und 163.

kung daraus, daß der isolirte Pol, dessen E. durch die ableitende Berührung des andern gesteigert worden ist, einen Theil seiner E. an die Lust absetze, wodurch also das Elektrometer gerade die entgegengesetzte E. des abgeleiteten Pols erhalten misse. Dieser Widerspruch zwischen zwei sonst-gerlauen Beobachtern mils durch weitere Versuche aufgeklärt werden. Indessen ist es nicht wohl begreislich, wie der isolirte Pol, in dem Angenblikke, dass der andere Pol ableitend berührt wird, auf eine Entfernung von 7 bis 8 Fuss durch die Lust hindurch, hinlanglich viele E., sey es nun' durch Mittheilung oder durch Vertheilung in Thätigkeit setzen könne, um auch das empfindlichste Elektrometer merklich zu afficiren, während allerdings durch Zuleitung durch den menschlichen Körper, den Tisch u. s. w. von dem abgeleiteten Pole aus eine hinlänglich starke Mittheilung, um das so empfindliche Bohnenberger'sche Elektrometer zu afficiren, sich wohl denken läfst.

Bringt man bei einer an dem einen Ende ableitend berithrten säule, die nunmehre durch ihre ganze Länge in continuirlicher Abnahme von dem Maximum von Spannung an dem einen
Pole zum () an dem andern nur die eine oder die andere von
den beiden E. hat, in der Mitte eine gleiche Ableitung, wie
vorher an dem Ende, an, so sinkt das Maximum an dem einen
Pole auf die Hälfte herab, das Null des andern steigt dagegen
mit der entgegengesetzten E. bis zur selbigen Stärke, auf welche das Maximum am andern Ende so eben zurück kam, und
an der Stelle der jetzigen Ableitung verschwindet alles + E
oder — E, und sie wird selbst zum Nullpunct. Kurz die Säule
kehrt in ihren ursprünglichen Zustand als isolirte und nirgend
abgeleitet gewesene zurück.

Man bringe die Ableitung an irgend einem andern beliebigen Puncte der isolirten Säule an, immer wird die Stelle der
Ableitung O werden, in welchem Zustande sich auch die Säule
befinden mag, und die Intensitäten der einander entgegengesetzten Polarelektricitäten der auf diese Weise auch auf das Ungleichste abgetheilten, sich gegenüberliegenden, Hälften werden sich
stets zu einander direct verhalten, wie die genannten beiden
Hälften der Säule bestimmt durch die Zahl der diese bildenden
homogenen Plattenpaare. Bei einer Batterie von 100 Plattenpaaren und einer Ableitung bei 33 von unten her, wo der Kupferpol sich befindet, wird das + E am Zinkende sich zu dem

— E am Kupferende merklich verhalten wie 2:1, und es wird tiberhaupt jeder der beiden Theile genau übereinstimmen mit einer für sich bestehenden Säule von gleicher Aufeinanderfolge der Plattenpaare und gleicher Anzahl derselben, die an dem gleichen Ende ableitend berührt worden wären.

Man nehme zwei vollkommen isolirte Säulen, jede von 100 Zinkkupferplatten in den Versuch. Man verbinde das + Ende der einen mit dem - Ende des andern. Plus und Minus verschwinden hier, völlige Indifferenz tritt ein, aber das - Ende der ersten wie das + Ende der zweiten Säule nimmt an Stärke zu, und kommt für jede auf das Doppelte; beide Säulen bilden eine, ihre 4 Pole sind reducirt auf zwei von doppelter Stärke, die beiden Nullpuncte auf einen, der an die-correspondirende Grenze der beiden verbundenen Säulen tritt. Man sieht leicht ein, dass die beiden Säulen sich in Beziehung auf einander nur wie Fortsetzungen verhalten, indem ihre Plattenpaare nach demselben Schema auf einander folgen, und dass eben darum auch ihre Pole nun die doppelte Intensität haben müssen, da die Anzahl der Plattenpaare die doppelte geworden ist. Vier Goldblattelektrometer, welche mit den 4 Polen verbunden waren, machen die beschriebene Veränderung im Augenblicke, da die beiden Säulen mit zwei entgegengesetzten Polen communiciren, sichtbar. Auf gleiche Weise lassen sich drei solcher für sich bestehender Säulen zu Einer verbinden, die statt 6 Pole von einfacher Stärke, zwei von dreifacher und statt dreier Nullpuncte einen in der Mitte der zweiten Säule hat. Man übersieht leicht, wie die Verbindung von vier und überhaupt jedet beliebigen Zahl solcher Säulen ausfallen müsse, immer ist sie das Aequivalent einer einzigen Säule mit einer Anzahl von Plattenpaaren, die gleich ist der Summe aller Plattenpaare der ver-Eine entgegengesetzte Wirkung auf die bundenen Säulen. Spannung einer Volta'schen Säule hat die Combination derselben mit einer andern an ihren gleichnamigen Polen, oder die Vereinigung zweier Säulen, deren Platten von dem Orte der Fig. Verbindung ausgegangen, nach beiden Seiten in gleicher 124. Ordnung auf einander folgen: wenn z. B. die beiden Säulen A und B nach demselben Schema aufgebauet sind, und entweder an ihrer unteren negativen, oder an ihren oberen positiven Polen durch einen Metallstreisen mit einander verbunden werden, aber sonst vollkommen isolirt sind. In diesem Felle wirken die beiden Säulen mach der allgemeinen Regel auf einander. dass die beiden mit einander zusammenstolsenden Pole sich jedesmal so mit einander ausgleichen, dass um den halben Untenechied der Spannung beider Pole die Spannung an dem einen schwächeren Pole wächst, und an dem andern, dem stärkern, abnimmt, und in demselben Verhältnisse auch die Spannung an den entgegengesetzten Polen beider Säulen, aber im umgekehrten Sinne, abnimmt und zunimmt, so daß also der Spannungsunterschied der Pole jeder einzelnen Säule seiner Größe nach unverändert bleibt, wenn gleich auf diese Weise in ganz verschiedenen el. Werthen darstellbar, und der Spannungsunterschied der Endpole der ganzen, aus dem Zusammenstolsen entsprungenen Saule gerade eben so groß ist; als der Spannungsunterschied der Pole einer Säule, welche übrig bleibt, wenn men von der ganzen Anzahl der Plattenpaare die Anzahl derjenigen abzieht, deren Platten, wenn sie in einer Richtung verfolgt werden, im entgegengesetzten Sinne auf einander folgen, Auf diese Weise lassen sich mit Hülfe einer Ableitung an irgend einer Stelle, welche auch bei solchen Saulen ganz nach den oben entwickelten Gesetzen wirkt, Säulen darstellen, die an beiden Enden positiv oder an beiden Enden negativ, oder auch null sind, und es gilt hier vorläufig die Regel, dass, von welcher Art die Spannungen der Endpole auch seyn mögen, die Säulen in Rücksicht auf diejenigen Wirkungen, bei welchen zunächst nur die Spannung, und so weit diese in Betrachtkommt, namentlich bei der Ladung von Batterieen, sich ganz gleich verhalten, insbesondere gleich starke Ladungen von Batterieen hervorbringen, wenn der Spannungsunterschied ihrer Pole derselbe ist, in welchen besondern el. Werthen dieser Spannungsunterschied auch auftreten möge. RITTER hat sehr viele Beispiele solcher Volta'scher Säulen graphisch dargestellt 2. Zur Erläuterung mögen hier einige dienen. Es sey eine Säule aus Fig. 600 Plattenpaaren in 4 einzelnen besonderen Säulen, jede von 125. 150 Plattenpaaren, neben einander aufgeführt. Der Spannungsunterschied der Pole jeder einzelnen Säule werde 1 genannt, Werden die Säulen so mit einander vereinigt, wie es die Figur darstellt, und sind sie vollkommen isolirt, so wird, wenn vor der Vereinigung jede einzelne Säule an dem obern Ende + 4

¹ G. XIV. 39. Anm.

und an dem unteren Ende - 1 hatte, indem von unten nach oben

sämmtliche Säulen so aufgebaut wurden; dass die Zinkplamen auf den Kupferplatten lagen, nach der Vereinigung der beiden ersten Säulen mit ihren ungleichnamigen Polen- die positive Spanning auf + 1, die negative auf - 1, mich der Vereinigung mit der 3ten Saule auf + 14 und - 14, 'und nach der Vereinigung mit der 4ten auf + 2 und - 2 für alle 4 Säulen, die nunmehro ein Ganzes bilden, gestiegen seyn. Berührt man in diesem Falle das positive Ende ableitend und bringt es auf 0 herab, so steigt das negative Ende auf das Maximum nämlich auf - 4, das Doppelte der früheren, umgekehrt bei ableitender Berührung des negativen Pols h, der seinerseits dadurch auf f Fig. gebracht wird, steigt der positive Pol a von + 2 auf + 4. Nun 126 vereinige man aber mit den 3 ersten Säulen, die an ihren entgegengesetzten Polen mit einander communiciren und so ein homologes Ganzes bilden, die 4te Saule durch die gleichnamigen negativen Pole, so werden sich die Pole ausgleichen, der schwächere Pol g wird um den halben Unterschied der Spannung beider Pole d. h. um + wachsen und auf - 1 steigen, der ihm correspondirende Pol h wird nun ebensoviel, also von - 4 auf Osinken, dagegen wird der dem Pole f zugehörige Pol e um eben so viel steigen, als dieser in der Ausgleichung mit g gesunken war, also von + 11 auf 2 gehen und der Spannungsunterschied der Endpole der ganzen vereinigten Saule wird = 2 seyn, ganz derselbe wie einer Säule von 300 Plattenpaaren, die iibrig bleibt, wenn man von der Anzahl 600 aller Plattenpaare diejenige der Plattenpaare, die in Beziehung auf einander nach einer entgegengesetzten Ordnung gebanet sind, also die der Säule 3 und 4 = 300 abzieht. Berührt man nun den Draht t ableitend, so erhält das Ende h + 1 und das Ende a + 3, aber der Spannungsunterschied ist unverändert nur dutch + dargetellt. Umgekehrt Fig. verhält sich alles, wenn die Säulen 1 und 2 mit ihren gleichnamigen positiven Polen verbunden wurden, und die Ableitung bei s angebracht ist. In diesem Falle sind beide Pole negativ, ihr Spannungsunterschied ist aber gleichfalls 2,

Versuche mit dem Condensator.

71. Eine andere Methode, die freie el. Spannung einer ganz offenen, oder wenigstens nur an dem einen Ende ableitend berührten Säule darzustellen, ist durch Hülfe des Condensators.

in diesen Versuchen zeigt sich die Säule schon auffallend als ein gleichsam unerschöpflicher Quell von E., indem man jeden Condensator von jeder beliebigen Capacität unter günstigen Umständen so weit laden kann, dass er die el. Intensität der Pole in dem Verhältnisse seiner condensirenden Kraft gesteigert darstellti Man bezeichne diese Kraft durch das Verhältniss n: 1, womit angedentet werden soll, dass die Collectorplatte, wenn die obere Platte des Condensators mit dem Erdboden in Verbindung ist, während eine E. von beliebiger Spannung, die aus einem unerschöpflichen Quell dieser Platte zugeführt wird, ohne jedoch stark genug zu seyn, um durchbrechen zu können, diese Spannung n mal verstärkt zeigt, wenn die obere Platte aufgehoben wird. Um jede eigene galvanische Wirkung der Platten des . Condensators mit den Platten der Säule zu beseitigen, bediene man sich hierbei solcher Condensatoren, deren Platten von Zink und Kupfer sind, so dass mit der Zinkplatte der Säule jedesmal die Zinkplatte des Condensators, mit der Kupferplatte die Kupserplatte desselben in Berührung gebracht wird. Bringt man bei einer isolirten Säule den einen Pol mit der Collectorplatte des Condensators in Verbindung, während die obere Platte desselben ableitend berührt wird, so wächst die Spannung des andern Pols augenblicklich, und erreicht in dem Verhältnisse mehr das mögliche Maximum, oder steigt auf das Doppelte, in welchem. die Capacitat des Condensators selbst großer ist; dieser zeigt sich aber nur schwach geladen. Bringt man dagegen den einen Pol mit der Collectorplatte des Condensators, die auf ein passendes Elektrometer aufgeschraubt ist, und den andern Pol mit der andern Platte desselben in Verbindung, so zeigt sich nach aufgehobener Verbindung und Aufhebung der obern Platte des Condensators die doppelte Spannung, die der Pol der isolirten Sänle an und für sich hat, und so viel mal gesteigert, als diescondensirende Kraft des Condensators beträgt, oder wenn wir die Spannung des Pols m nennen, so zeigt sich jetzt in der Colleotorplatte eine Spannung + 2 mn, und eben so in der aufgehobenen Platte des Condensators, an einem correspondirenden Elektrometer geprüft, die Spannung 72mn. Es versteht sich von selbst, dass um diese Versuche mit Genauigkeit anstellen zu können, keine größere Säulen als von höchstens 12 Plattenpaaren angewandt werden dürfen, wenn man noch durch Strohhalmelektrometer, die man unter sich und mit einem Goldblatt-

elektrometer vergleichbar machen kann, die Spannungen messen will, denn schon mit Condensatoren, deren condensirendes Vermögen 60 bis 100fach ist, würde man bei Säulen von 20 bis 30 Plattenpaaren in obigem Falle Spannungen erhalten, die weit über die Grenzen des Anschlagens der Strohhälmchen hinaus gehen. Für solche kleinere Säulen ist die Spannung m, die wegen ihrer Kleinheit nicht unmittelbar erkennbar ist, dem Gesetze gemäls, dass dieselbe in geradem Verhältnisse mit der Zahl der Plattenpaare stehe, nach der an einer Säule von 100 Plattenpaaren unmittelbar bestimmten Spannung in Anschlag gebracht. Werden die beiden Pole derselben Säule, deren Spannung mist, gleichzeitig mit den Collectorplatten zweier Condensatoren, degen condensirende Kraft gleichfalls n sey, in Verbindung gesetzt, und berührt man ihre oberen Platten ableitend, so zeigen sich nach Aushebung dieser Platten nicht die Spannungen 2mn, sondern bloss mn. Es tritt hier also ganz derselbe Fall wieder ein, den wir bei der Prüfung der el. Spannung eines einzelnen Plattenpaars durch den Condensator kennen gelernt haben. beiden Fällen laden die Pole, die sich in dieser Hinsicht als ein unerschöpflicher Quell von E. von der bestimmten Spannung benehmen, welche sie selbst haben, die Collectorplatte des Condensators bis zu ihrer vollen Intensität m., in dem einen Falle aber ist die condensirende Kraft des Condensators, wenn die seiner Collectorplatte zugeführte E. m durch ihren gleichen Gegensatz, der aus einem gleichfalls unerschöpflichen Quell entspringt, gebunden wird, noch einmal so groß, als wenn diese E. bloss durch den, aus dem O der Erde zugeführten, Gegensatz gebunden wird. Nennten wir also die condensirende Kraft für diesen 2ten Fall n, so wird sie für den ersten Fall 2n, und folglich müssen auch in jenen Versuchen die gleichen Spannungen m in dem Verhältnisse von n, und 2n gesteigert erscheinen, d. h. in dem ersten Falle zeigt der Condensator 2 mn, in dem zweiten nur mn 1. Wird der eine Pol ableitend berührt, so steigt bekanntlich die Spannung des andern Pols auf das Doppelte = 2 m. Auch in diesem Falle zeigt die Collectorplatte des Condensators, dessen obere Platte mit dem Erdboden in Verbindung gesetzt wird, nach dem Aufheben der letzteren eine Spannung = 2 m n. Unter diesen Umständen ist zwar die con-

¹ Vergl. JARGER'S Abh. in G. XJ. 400.

sendirende Kraft nur == n, aber die el. Intensität des Pols, die ohne geschwächt zu werden condensirt wird = 2 m, also das Product gleichfalls 2 m n. Durch Hülfe des Condensators lässt sich besonders auffallend das Zunehmen der Spannung der auf einander folgenden Plattenpaare in einfacher arithmetischer Progression anschaulich darstellen. Nennen wir den el. Spannungsunterschied zwischen Zink und Kupfer 1, und also für 0 des Kupfers die positive Spannung des Zinks gleichfalls 1, und beträgt dieselbe an einem Strohhalmelektrometer au Grad, soferne ein Condensator, welcher 60mal condensirt, sie von 1° zeigt, so wird sich bei Anwendung eines solchen gehörig regulirten Strohhalmelektrometers, dessen Grade (die aber begreiflich nicht mit den Graden des Kreises, von welchem die Strohhälmchen die Radien sind, zusammenfallen können) durch ihre Zahlenwerthe die Größen der el. Intensitäten möglichst genau angeben, und eines Condensators, welcher 60mal condensirt, bei der Prüfung der el. Spannungen der auf einander folgenden Platten, indem die unterste Kupferplatte fortdauernd ableitend berührt, und die Platten nach der Reihe mit der Collectorplatte des Condensators in leitende Verbindung gebracht werden, die el. Spannung der 2ten Kupferplatte = + 1°, der 2ten Zinkplatte = + 2°, der 3ten Kupferplatte = + 2°, der 3ten Zinkplatte = + 3° u.s.f. sind. Wird der Zinkpol ableitend berührt, so zeigen sich die negativen Spannungen in gleichem Verhältnisse wachsend. Man kann auch an einer isolirten Säule unmittelbar das Gesetz der Abnahme der Intensitäten in einfacher arithmetischer Progression von den beiden Polen aus nach der Mitte zu durch den Condensator darstellen, indem man von beiden Enden aus die in gleichen Entfernungen von ihnen liegenden respektiven Zinkund Kupferplatten, die eine mit der Collectorplatte, die andere mit der obern Platte des Condensators in Verbindung bringt. Durch Hülfe eines kräftigen Condensators kann man selbst aus Säulen von geringer Anzahl von Platten hinlänglich starke Zeichen von E. erhalten, um sie bei hellem Tage in sichtlichen Funken hervorbrechen zu sehen.

Unvollkommen geschlossene Säulen.

72. Der dritte Zustand, in welchem die elektroskopischen Verhältnisse der Saule betrachtet werden können, ist derjenige

der unvollkommenen oder vollkommenen Schliefsung derselben durch einen Leiter. Eine unvollkommene Schliefsung der Säule findet durch unvollkommene Leiter, wohin alle Flüssigkeiten oder galvanische Leiter der 2ten Classe gehören, eine vollkommene durch Metalle statt, welche die beiden Pole mit einandet verbinden. Verbindet man die beiden Pole einer isolisten Volta'schen Säule, die aus einer hinlänglichen Anzahl von Plattenpaaren (wenigstens hundert) besteht, um die Blättchen eines Bennet'schen Elektrometers zu einer merklichen Divergenz zu bringen, durch eine zwischen ihnen ausgespannte, gut befeuchtete, hanfene Schnur, entladet die Säule durch einen Metalldraht, und bringt denselben gleichzeitig auser Berührung mit den beiden Polen, so werden die Goldblättchen der Elektrometer, welche mit den beiden Polen in Berührung sind, und die während der Entladung zusammengefallen waren, in sehr kurzer Zeit wieder aus einander gehen, und bald ihre vorige Divergenz annehmen, so dass also die Säule durch die hansene Schnur so gut wie gar nicht entladen scheint. Berührt man nun den Theil der Schnur, welcher dem negativen Pole zunächst liegt, so wird die Divergenz des mit dem + Pole verbundenen Elektrometers zunehmen, und ihr mögliches Maximum, d. h. das Doppelte von der Spannung, welche der Pol der isolirten Säule hat, zeigen, wie in dem Falle, wenn man bei dieser den -Pol unmittelbar berührt, zugleich wird das mit dem - Pole verbundene Elektrometer seine Divergenz gänzlich verloren haben. Berührt man hingegen den Theil der Schnur, welcher dem + Pol näher ist, so steigt auf gleiche Weise die Spannung am -Pole auf ihr mögliches Maximum, und der + Pol sinkt auf O. In der Mitte der Schnur giebt es einen Punct, den man berühren kann, ohne dass die Spannung weder an dem einen, noch an dem andem Pole zu - oder abnimmt. Die Schnur hat also selbst zwei polare Hälften und einen Indifferenzpunct, was man auch noch weiter daran erkennt, dass, wenn man die beiden Elektrometer an der Schnur nach der Mitte hinführt, erstere fortdauernd, jedes mit der seinem Pole angehörigen E., divergiren, jedoch mit abnehmender Intensität, so wie man sich der Mitte mehr nähert, wo sie für jedes = 0 wird. Nimmt man die Schnur kürzer oder länger, so findet immer das nämliche Phänomen statt, nur verändern sich die Verhältnisse der polaren Theile unter sich.

Ein ganz ähnliches Verhalten zeigt auch jede Wassersäule,

durch welche die Verbindung zwischen den Polen gemacht wird, und in dieser Hinsicht haben besonders Enman's Versuche einige für die Theorie der Säule interdante Resultate geliefert 1. An eine Glasrohre, welche zum Gasapparate bestimmt war, wur-Fig. den von der Lampe drei Röhrchen als Tubulaturen angeblasen, 128. wovon eine E. gerade in der Mitte, die beiden endern C und D in gleichem Abstande von den Enden der Röhre sich befanden. Die Röhre wurde mit Brunnenwasser angefüllt, und zwei Platindrähte so hineingesteckt, dass die Spitzen derselben 6 Z. von einander entfernt standen. Diese Drähte wurden mit den Polen einer sehr wirksamen Batterie von 200 Plattenpaaren verbunden. und zugleich an jedem Drahte ein hinlänglich empfindliches Goldblattelektrometer angebracht. Die Gaserzeugung war wenig lebhaft, und die Elektrometer zeigten beinahe dieselbe Divergenz, wie wenn sie mit den völlig isolirten Polen in Verbindung standen. Bei der Berührung des Wassers mit dem Drahte im Tubulus C, welcher dem positiven Pole A zunächst war (im Originale steht, ohne Zweisel durch einen Drucksehler, mir einem wohl isolirten Drahte) vermehrte sich augenblicklich die Divergenz des Elektrometers an B, beinahe eben so stark, als hatte man den Pol A selbst berührt. Eine Berührung des Wassers im Tubulus D, welcher an den negativen Pol B angrenzte, benahm dem Elektrometer in B alle Divergenz, und erhöhte in gleichem Verhältnisse die Divergenz an A. Berührte man aber das Wasser im mittelsten Tubulus E, welcher von den beiden Batteriedrähten gleich weit abstand, so war an keinem der beiden Elektrometer eine Spur von vermehrter oder verminderter Divergenz zu bemerken. Diese polare Vertheilung der E. in der Wassersäule, vermöge welcher die eine Hälfte +, die andere - el. ist, zeigt sich auch noch als dieselbe, wenn man der Länge nach in die Wassersäule Drähte hineinbringt, welche Fig. winkelrecht gebogen mit dem einen Schenkel aus den Tubula-129. turen hervorragen. Jeder dieser Drähte zeigt chemische Polarität, oder die beiden chemischen Pole, und zwar an dem Ende. welches dem Polardrahte gerade gegentiber steht, den entgegen gesetzten chemisch - el. Pol, an dem abgewandten den gleichnamigen, und in der Mitte eine indifferente Zone, so dals sich von dem Drahte A aus, welcher mit dem + Pole in Verbindung

¹ G. VIII. 207 ff. u. X. 3.

steht, die chemischen Pole so auf einander folgen: Oxydpol des Drahtes A; Gaspol - indifferente Zone - Oxydpol; Gaspol - indifferente Zone - Oxydpol; Gaspol des Drahtes B, welcher mit dem -Pole in Verbindung steht. Das aus dem Apparate hervorragende Ende jedes Metalldrahts wurde am Elektrometer geprüft, und es fand sich, dass C, als dem positiven Polardrahte der Batterie näher, auch positive Divergenz gab, und D, als dem negativen Polardrahte zu liegend, das Elektrometer negativ afficirte. Hier erfolgte also die Entwicklung des Wasserstoffgases an dem Theile eines Drahtes, welcher selbst freie + E zeigte, und das Ende eines Drahtes, welches selbst - el. war, verhielt sich wie ein + el. Polardraht. Man sieht aus diesen und vielen andern ähnlichen Versuchen, welche En-MAN in seiner Abhandlung beschreibt, dass man die el. - chemische Polarisirung der Drähte wohl zu unterscheiden hat von der mit freier Spannung begabten E., welche noch nebenher an ihnen austreten kann, oder die in Strömung begriffene E. von der elektroskopischen, welche als solche sich in Ruhe befindet.

Je geringer die Leitungsfähigkeit des flüssigen Leiters ist, welcher die beiden Pole der Säule mit einander verbindet, um so mehr kommt die freie el. Spannung derjenigen nahe, welche sie im vollkommen isolirten und ganz offenen Zustande der Säule zeigen, je größer diese Leitungsfähigkeit ist, um so mehr sinkt diese Divergenz. Alle Umstände, von welchen das Quantum der Leitung in dem flüssigen Leiter abhängt, werden also hier ihren Einfluss ausüben. Da die Leitungsfähigkeit des Wassers, wie eines jeden flüssigen Leiters, im umgekehrten Verhältnisse der Ausdehnung der Länge nach, und im geraden Verhältnisse des Durchmessers der Saule der Flüssigkeit steht, die sich zwischen den Puncten befindet, von deren einem die E. zum andern geleitet werden soll, so begreift man, dass die Nähe oder Entfernung der Polardrähte in derselben Gasentbindungsröhre den größten Einflus auf die freie Spannung der Pole ausüben. muss. In einer Röhre von + bis + Z. Durchmesser ist eine Entfernung der Drähte von 12 Z. schon hinreichend, die ganze Intensität der Pole herzustellen, die aber allmälig abnimmt, so wie sie einander genähert werden, und auf 0 herabsinkt, wenn sie eine oder ein Paar Linien von einander abstehen. Ist dagegen die Glasröhre einige Zolle weit, so ist selbst bei einer Entfernung von 12 Z. und darüber, keine Divergenz der mit den Po-

len verbundenen Goldblättchen mehr zu bemerken. Dass bei gleicher Länge und gleichem Durchschnitte der flüssigen Säule die verschiedene Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit von einem eben so großen Einflusse seyn müsse, versteht sich von selbst. So isolirt auch die dünnste Schicht von Oel die Verbindung der beiden Pole vollkommen, und bei der größtmöglichen Annäherung der im Oel angebrachten Polardrähte, ohne dass es zur wirklichen Berührung kommt, erhält sich wenigstens bei Saulen von 100 bis 200 Plattenpaaren die el. Intensität der Pole ungeschwächt. Alkohol verhält sich in diesen Versuchen als ein etwa 6mal so schlechter Leiter wie destillirtes Wasser. Merkwürdig ist die so auffallende Vermehrung des Leitungsvermögens des Wassers durch einen sehr kleinen Zusatz eines Salzes, z. B. von Kochsalz. So sah ERMAN in einem Falle, wo beim Abstande von 8 Z. der Polardrähte von Platin bei einer Säule von 200 Plattenpaaren im reinsten destillirten Wasser die Elektrometer die ungeschwächte Intensität der Pole zeigten, diese augenblicklich auf O herabsinken, und den Gasstrom der Platindrähte wenigstens auf das 6fache verstärkt, als er nur 6-8 Tropfen einer schwachen Auflösung von Kochsalz zu der Unze Wasser, die sich in der Gasröhre befand, hinzutröpfelte. Wenn aber auch in solchen Fällen, wo gut leitende Flüssigkeiten in einer geringen Ausdehnung in der Gasentbindungsröhre angewandt werden, die freie el. Spannung, so weit sie durch die empfindlichsten Elektrometer noch erkennbar ist, gänzlich aufgehoben wird, so ist darum die Säule an ihren Polen doch nie ganzlich auf O gesunken, wenn die E. der Flüssigkeit durch blosse Drahte zugeführt wird, denn man wird jedesmal durch den Condensator nach dem oben angegebenen Verfahren, indem man die Collectorplatte mit dem einen Polardrahte und die obere Platte des Condensators mit dem andern Polardrahte in Berührung bringt, noch einen sehr merklichen Rückstand von freier E. an den Polen wahrnehmen, welcher nach Verschiedenheit des Leitungsvermögens der Flüssigkeiten sehr verschieden ausfällt, und selbst zum Massstabe dieses Leitungsvermögens dienen kann.

Verbindet man nach Jägen 2 ieden Pol einer Säule leitend mit dem Erdboden, so ladet jeder (immer in einem besondern Versuche) den an ihm angebrachten Condensator, während die

¹ G. X. 3. 2 G. XIII. 407.

IV. Bd.

obere Platte desselben mit dem Erdboden in Verbindung steht, mit seiner eigenthümlichen E., ihre Intensität ist aber nur dem halben Maximum gleich, mit welchem derselbe Condensator unter den dazu erforderlichen Bedingungen (Nr. 71.) an dieser Säule geladen werden kann. Sind jedoch die Leiter, durch welche die Pole mit der Erde verbunden werden, von verschiedener Güte, z. B. der eine trockenes Holz, der andere nasses Papier, so nähert sich die E. des schlechter abgeleiteten Pols mehr dem Maximum, die des besser abgeleiteten aber tritt unter die Hälfte des Maximums zurück. Erstere Behauptung ist indels in ihrer ganzen Strenge nicht richtig, einmal in der Hinsicht nicht, dass, wie partiell auch die Schließung, wie unvollkommen auch die Ableitung der Pole von beiden Seiten aus (die ja selbst nichts als eine solche partielle Schließung ist) seyn mag, vorausgesetzt, dass sie von beiden Seiten nur gleichmässig sey, die freie Spannung der Pole jedenfalls etwas abnimmt, und also auch die Ladung des Condensators nicht dieselbe Stärke erlangen kann, als wenn die Saule isolirt ist, und die an beiden Seiten zugleich angebrachten Condensatoren nunmehr das halbe Maximum zeigen, indem der Condensator in beiden Fällen nichts anders leistet, als die jedesmal vorhandene Spannung im Verhältnisse seiner condensirenden Kraft verstärkt zu zeigen; außerdem aber ist sie auch in der Hinsicht nicht genau, in wiefern der Grad der Ableitung der Pole hierbei seinen Einflus äußert, welcher selbst sehr mannigfaltig seyn kann. RITTER bemerkt richtig 1, dass alle partielle Schliessungen der Säule bis hinauf zur totalen, nichts als mehr oder weniger weit gehende Ableitungen derselben zu beiden Seiten sind. Ist der Boden eines Zimmers beständig der gleiche, und so trocken, als er es in einem reinlich gehaltenen Zimmer zu seyn pflegt, so fand er, dass Menschen eine weit kräftigere Ableitung an den Polen, der Säule als Eisendrähte bewirken und somit schon eher eine bemerklich werdende Schwächung der Spannung bei der Säule selbst hervorbrachten. Dasselbe geschah, wenn da, wo jeder Eisendraht den Boden berührte, Wasser einen nassen Fleck machte, ohne dass diese Nässe am Boden beide Drähte unter einander wirklich verband; stärker wird die Schwächung der Pole, wenn die ganze Stelle des Bodens zwischen den beiden

¹ G. XIII. 69. Anm.

Drihten naß gemacht wird, eben so macht es einen Unterschied, ob man nur mit einem oder mehreren Fingern die Pole ableitend berührt, und ob dieses durch eine oder durch mehrere Personen geschieht. Die von allen diesen Umständen abhängigen Verschiedenheiten der Schwachung der Pole müssen sich jedesmal auch in den Ladungen des Condensators kund thun, die jedoch in keinem einzigen Falle das halbe Maximum, womit die vollkommen isolirte und an beiden Polen zugleich geprüfte Säule den Condensator ladet, erreichen kann.

Vollkommen geschlossene Säule.

73. Werden die beiden Pole der Säule durch einen Metalldraht mit einander verbunden, so ist die Säule im Zustande der vollkommenen Schliessung und zeigt weiter keine Spur von freier, mit Spannung begabter E. nach außen, und auch durch die besten Condensatoren lässt sich durch das in Nr. 71 angegebene Verfahren keine Spur von Ladung erhalten. In einem solchen vollkommen geschlossenen Zustande wird auch eine Säule sich befinden, die statt in gerader verticaler oder horizontaler Linie geschichtet zu seyn, gleichsam einen Kreis bilden in welchem die beiden Endplatten, die in jener die Pole bilden, unmittelbar an einander grenzen. Wird irgend eine Metallplatte einer solchen, zum Kreise in sich selbst geschlossenen, Säule leitend mit der Erde verbunden, so außern nach Jägen 1 alle andern Platten dieselbe E., die den Condensator laden kann, aber überall an allen Platten nur eine und eben dieselbe Intensität hat, und diese Intensität wächst auch nicht mit der Anzahl der Ketten, aus denen die Säule besteht, sondern ist in allen Säulen nur so groß, als sie der prüfende Condensator von einem einzelnen Paare Metallplatten, welche leitend mit der Erde verbunden sind, auch erhalten kann 2. Wird der prüfende Condensator mittelst eines isolirten feuchten Leiters an die zu untersuchende Platte gebracht, so erhält er an den Zinkplatten +, an den Kupferplatten aber - E. Wird er hingegen durch einen isolirten Metalldraht an die Platten applicirt, so erhalt er, wenn er von Kupfer ist, überall nur -, und wenn er von Zink ist, überall nur + E. Letztere Bestimmung ist indels nur unter der naheren Bedin-

¹ G. XIII. 414.

² Vgl. N. 6 u. 7.

gung gültig, das die Collectorplatte von gleichem Metalle mit dem verbindenden Drahte sey, denn ist sie von dem entgegengesetzten Metalle (Zink und Kupfer in diesem Sinne hier genommen), so findet gar keine Ladung statt; von den mit der Collectorplatte gleichnamigen Metallplatten und von den entgegengesetzten und also mit dem verbindenden Drahte gleichnamigen, dagegen ist sie dieselbe, die auch der Condensator sonst erhalten hätte, wenn jene Metallplatte in der Hand gehalten, denselben berühren würde.

Wird die Schließung der Säule wieder aufgehoben, so erscheint ihre ursprüngliche el. Spannung erst nach und nach wieder, und diese Wiedererneuerung ist um so langsamer, je länger die vorher gegangene totale Schließung gedauert hat. Dieser Einfluß der Dauer der totalen Schließung auf die Verlangsamung der Spannung wird um so merklicher, je länger die Säule selbst schon gestanden hat ¹.

74. Die elektroskopischen Aeulserungen einer solchen Zink-Kunfersäule sind dieselben, von welcher Form und von welchen Dimensionen nach jeglicher Richtung auch die Metalle seyn mögen, wenn nur der feuchte Zwischenleiter seiner Beschaffenheit nach derselbe bleibt. Eine Säule, deren Platten nicht mehr als eine Linie im Durchmesser haben, ladet bei derselben Anzahl von Schichtungen den Condensator eben so stark, als eine Säule, deren Platten einen Durchmesser von mehreren Zollen, ja Schuhen, haben; nur wird in letzterem Falle der Condensator, besonders wenn er eine große Capacität hat, merklich schneller geladen, wenn der feuchte Zwischenleiter eine gleich große Oberfläche hat. Auch theilen die Säulen von jeder Größe der Oberfläche ihrer Platten, bei sonst gleicher Beschaffenheit derselben und des feuchten Zwischenleiters, einem Elektrometer die ganz gleiche Spannung von jedem ihrer Pole ans mit, wenn der entgegengesetzte ableitend berührt wird. Bei demselben feuchten Zwischenleiter äußert die Verschiedenheit in allen den Umständen, welche das Quantum der el. Leitung durch denselben bestimmen, also in der Größe der Berührungsflache mit den Metallen, in der Dicke der Schicht, die er bildet u. s. w. nicht den geringsten Einsluss auf die elektroskopischen Wirkungen. Selbst die verschiedene Qualität des feuch-

¹ Vergl. Ritter in G. VIII. 458. 460.

ten Zwischenleiters afficirt innerhalb gewisser Grenzen diese Aeußerungen nicht, wenn nämlich die feuchten Zwischenleiter an und für sich mit den Metallen eine, verglichen mit derjenigen der Metalle unter sich, nur sehr schwache und sich merklich gleiche el. Erregung eingehen. Das reinste destillirte Wasser und die Auslösungen der verschiedenen Neutralsalze von dem verschiedensten Grade der Concentration verhalten sich in dieser Hinsicht auf eine merklich gleiche Weise. Nur Flüssigkeiten von einer bedeutenden elektromotorischen Kraft außern auf die elektroskopischen Außerungen einer solchen Säule einen auffallenden Einfluss, und können nach Umständen selbst die Lage der Pole umkehren (s. u.). Endlich ist noch zu bemerken. dass eine solche Zink-Kupsersäule, die mit gehörig angeseuchteten Papp - oder Tuchscheiben geschichtet worden ist, ihre elektroskopischen Erscheinungen mehrere Tage hindurch so gut wie ungeschwächt zeigt, und auch dann noch im Stande ist, den Condensator auf das Maximum zu laden, wenn sie bereits aufgehört hat, auf eine merkliche Weise chemische, physiologische und magnetische Erscheinungen hervorzubringen 1.

75. Auf dieselbe Weise, wie aus Zink und Kupfer, konnen auch Säulen aus jedem andern beliebigen Paare von trockenen Erregern, durch einen feuchten Leiter unterbrochen, erbaut werden, und alle Bestimmungen in Ansehung ihrer elektroskopischen Aeusserungen gelten auch auf gleiche Weise von ihnen, und zwar im Allgemeinen nach der Regel, dass von den beiden Erregern der in der Spannungsreihe dem positiven Ende näher liegende die Rolle des Zinks, der negative die Rolle des Ku+ pfers hierbei übernimmt, und die elektrische Polarität bei derselben Anzahl von Schichtungen in demselben Verhältnisse schwächer ist, in welchem ihr el. Spannungsunterschied unter einander geringer ist, als der zwischen Zink und Kupfer. Ist jedoch die el. Erregung zwischen den beiden trockenen Erregern nur schwach, oder stehen sie einander in der Spannungsreihe sehr nahe, und wendet man einen feuchten Leiter an, der mit einem der beiden Erreger eine starke el. Spannung giebt, die in einem entgegengesetzten Sinne von derjenigen der trockenen Erreger wirkt, so fällt wohl auch die Vertheilung der Elektricitäten in die Saule auf eine entgegengesetzte Weise aus, so dass nämlich

¹ Vergl. Säule, trockens.

die negative Polarität auf die Seite des positiven Erregers, die positive dagegen auf die Seite des negativen fallt. So zeigt eine Eisen - Kupfersäule mit einem feuchten Zwischenleiter aus Wasser oder einer Auflösung der meisten Neutralsalze, wie Kochsalz, Salmiak, Salpeter, Glaubersalz u. dgl. die negative E. nach der gewöhnlichen Regel auf Seiten des Kupfers, die positive auf Seiten des Eisens. Wendet man aber Papp - oder Tuchscheiben, die mit einer gesättigten Pottaschenlauge getränkt sind, als Zwischenleiter an, so findet die entgegengesetzte Vertheilung der Pole statt. Dieselbe Wirkung äußert in einer solchen Kupfer-Eisensäule noch viel auffallender liquide Schwefelleber nach DAVY's Versuchen 1. Vermöge eines Multiplicators läßt sich übrigens am sichersten die jedesmalige Vertheilung der Pole in einer Säule, die aus beliebigen zwei trockenen Erregern, und irgend einem feuchten Leiter aufgebaut ist, bestimmen, wenn man erst die Art der Abweichung der Magnetnadel ausgemittelt hat, welche statt findet, wenn die beiden Enden des Multiplicators mit einer Zink - und Kupferplatte verbunden sind, zwischen welchen sich eine mit Kochsalzlauge getränkte Pappscheibe befindet; und man diesen Platten die beiden trockenen Erreger substituirt, zwischen denen der mit ihnen zu combinirende feuchte Leiter interpolirt ist,, so wird in einer aus diesen beiden trockenen Erregern und dem feuchten Leiter auf gleiche Weise, wie oben aus Zink und Kupfer zu erbauenden Säule, derjenige Erreger sich wie Zink verhalten, oder den positiven Pol auf seiner Seite haben, der an der Stelle des Zinks in dem Versuche mit dem Multiplicator dieselbe Abweichung gab, wie Bei entgegengesetzter Abweichung der Magnetnadel verhalt sich der an der Stelle des Zinks befindlich gewesene trockene Erreger vielmehr wie Kupfer, und auf seine Seite fällt die negative Polarität.

Es sind die meisten Metalle mit einander zu Säulen combinirt worden, namentlich hat Haldane Volta'sche Säulen aus Zink, verbunden mit Gold, Silber, Eisen, Kupfer, Blei, Zinn, Quecksilber; ferner aus Eisen, verbunden mit Gold, Silber, Kupfer, Blei, Zinn, Quecksilber; aus Blei, verbunden mit Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Quecksilber; aus Zinn, verbunden mit Gold, Silber, Quecksilber; aus Kupfer, verbunden mit Gold, Silber, Quecksilber; aus Kupfer, ver-

¹ G. XIII. 429.

bunden mit Gold, Silber und Quecksilber; endlich aus Silber Gold erbaut 1. Bei keiner derselben stellte zwar HALDANE disecte elektroskopische Untersuchungen an, aber nach der Art der Vertheilung der chemischen Pole zu schließen, die sich stets nach den elektrischen richten, bestätigte sich durch diese Versuche jene oben aufgestellte allgemeine Regel vollkommen. Nur das Blei und Zinn schienen mit dem Eisen eine Ausnahme zu machen, indem der positive Pol auf Seiten des Eisens zu liegen schien, da sich an keinem der Drähte der Gasentbindungsröhre Gasblasen und nur an dem Drahte der Eisenseite einige Wölkchen im Wasser zeigten. DAVY 2 setzte unter der Form eines Becherapparats eine wirksame Säule aus Zink und Holzkohle zusammen, aus welcher auch später gewöhnliche Säulen errichtet worden sind. Ebenso lassen sich sehr kräftige Säulen aus Zink mit Reissblei und Graubraunsteinerz zusammensetzen 3.

76. Die zweite Hauptclasse von Säulen ist diejenige aus einem Erreger der ersten und zweien der zweiten Classe. Alle el. Erscheinungen zeigen sich auch hier auf dieselbe Weise und nach demselben Gesetze, wie bei den Säulen der ersten Classe,. und die Art der Vertheilung der Pole lässt sich am sichersten und einfachsten durch das Verhalten der einfachen Kette aus solchen drei Körpern; deren Vielfaches die Saule ist, in elektromotorischer und chemischer Hinsicht bestimmen. Hat man nämlich auf die oben beschriebene Weise durch Hülse des Multiplicators, mit dessen Enden auf jeder Seite der trockene Erreger in Form einer Platte verbunden ist, zwischen welchen beiden Platten sich die beiden feuchten Erreger h und h' gleichfalls in Form von Scheiben aus Pappe oder Tuch, die damit getränkt sind, befinden, bestimmt, in welcher Richtung der positive (oder im Sinne der Franklin'schen Theorie der einseitige) el. Strom geht, und nennt denjenigen feuchten Leiter den negativen, von welchem aus dieser Strom nach dem andern geht, letzteren dagegen, der ihn empfängt, und ihn seinerseits selbst wieder an das Metall abgiebt, den positiven, so wird, wenn man die Saule so bauet, dass auf die Metaliplatte die bei-

¹ G. VII.

² Ebend. VIII. 310. 311,

^{3 8.} Säule, Volta'sche.

den feuchten Leiter geschichtet sind, der positive Pol dahin liegen, wohin der so bezeichnete positive feuchte Leiter gerichtet ist, der negative hingegen nach der Seite des negativen feuchten Leiters hinfallen. In diesem Falle legt man als das Element der Säule Mhh (Mh'h) zum Grunde; sieht man aber als das Element der Säule hMh' (h' Mh) an, so muss die Bestimmung der Pole gerade auf die entgegengesetzte Weise geschehen. Geht man in dieser letzten Bestimmungsart von den beiden Metallfischen aus, wovon jede mit einem der feuchten Leiter in Berührung ist, so wird der positive Pol nach demjenigen Ende hin liegen, nach welchem die in der einfachen Kette allein oder am meisten oxydirte Metallsläche hingerichtet ist, und der negative derjenigen Fläche gegentiber stehen, welche gar nicht oder am wenigsten oxydirt wird. Doch bleibt letztere Bestimmungsatt nnsicher, weil sich die oxydirenden Kräfte verschiedener Flüssigkeiten nicht immer vergleichungsweise genau bestimmen lassen, und in einigen Fällen eine andere Art von chemischer Einwirkung (die chemische Thätigkeit des Schwefels, Chlors u. s. w.) den Werth der Oxydation hat,

Vorzüglich wirksam zur Bildung solcher Säulen ist die Schwefelleher mit verschiedenen Metallen, namentlich mit Silber, Kupfer, Blei, die andere Flüssigkeit mag nun blosses Wasser, irgend eine salzige Lösung in diesem, oder eine verdünnte Säure seyn 1, . Man kann zu diesem Behuf Tuchscheiben mit den Flüssigkeiten tränken, und wenn man eine Schwefellebersuffesung und eine verdünnte Säure nimmt, die mit mehreren Metallen besonders wirksame Säulen geben, so muss man die mit ihnen getränkten Tuchscheiben durch eine mit einer Salzauflösung, z. B. von schwefelsaurem Kali, getränkte Scheibe trennen, um die unmittelbare Wirkung zweier Flüssigkeiten auf einander zu bindern, wodurch die Wirkung solcher Säulen sonst schnell vernichtet würde. Bei solchen Säulen liegt der positive Pol stets auf derjenigen Seite, nach welcher die mit der Schwefelleber in Berührung befindliche Metallfläche hingekehrt ist, und die mit der außerhalb der Kette mehr oder eigentlich ausschlie-Isend oxydirenden Flüssigkeit, z. B. mit der verdünnten Salpetersäure in Berührung befindliche Metallfläche, wird in der durch Schliessung zur fortdauernden Wirksamkeit gebrachten Säule

¹ Davy in G. XI. 392.

nicht oxydirt, da sie dem negativen Pole sugekehrt ist, sondern giebt vielmehr Hydrogengas. Die elektroskopischen Verhältnisse solcher Säulen habe ich nach dem oben angegebenen Verfahren (Nr. 71) durch den Condensator hestimmt ¹. In Ansehung der el. Intensität der Pole folgten die trockenen Erreger einander nahezu in der Ordnung der Spannungsreihe und zwar so, dass dieselben eine um so stärkere Wirkung gaben, je näher sie dem negativen Ende derselben zu liegen, doch übertrifft das Silber in dieser Combination alle übrigen Metalle. Bei mehreren solchen Säulen aus einem Metalle und zwei Flüssigkeiten, namentlich aus Kalkmilch und Wasser, aus Schwefelleber und Wasser, zeigte sich der negative Pol bedeutend stärker als der pesitive, auch kehren sich bisweilen die Pole solcher Säulen in Folge der auffallenden chemischen Veränderung, welche das Metall erleidet, um,

77. Anch Säulen aus blossen Erregern der zweiten Classe haben einige Physiker darzustellen gesucht, deren Ausführbarkeit man nach dem Vorhandenseyn von wirksamen einfachen Ketten aus blolsen feuchten Erregern allerdings erwarten konnte. Oh die el. Organe der el. Fische als solche natürliche Säulen betrachtet werden können, darüber ist unter dem betreffenden Artikel bereits gehandelt worden. Der Versuch Configuracht's ? welcher aus den getrennten Organen einiger Zitterrochen Säulen exichtete, die mehrere Minuten sehr wirksam waren (ohne Zweifel durch Ertheilung von Schlägen) wenn er sie einige Zeit der Wirkung einer gewöhnlichen Säule aus Zink - und Kunferplatten ausgesetzt hatte; würde dieselbe mehr in die Kategorie der zweigliedrigen Ritter'schen Ladungssäulen, als der eigentlichen Säulen bringen. LA GRAVE 3 will durch abwechselnde Scheiben von Fleisch (aus den Lenden und Intercostal-Muskeln eines menschlichen Leichnams), dunne Scheiben der Gehirnmasse desselben Leichnams, und Holzscheiben, die mit Salz-Wasser genälst waren, deren Aufbauung er durch Fäden an Glassäulen geknüpft, welche als Unterlagen dienten, zu Stande brachte, ohne dass die Hirnmasse durch die Last der obern Schichinngen herausgepreist wurde, eine Säule errichtet haben, die

¹ Gehlen's J. V. 101.

² Ebend. IV. 657.

³ G. XV. 230.

bei der 50sten Schichtung anfing die Geschmacksorgene zu afficiren und bei der 60sten Schichtung unverkennbare Wirksamkeit zeigte. Von der Vertheilung der Pole ist indels nichts näheres angegeben. Buntzen glaubt eine solche galvanische Batterie aus blossen praparirten Froschschenkeln zu Stande gebracht zu haben. Um die Berührungsfläche zwischen der eigentlichen Nervensubstanz und den Muskeln zu vergeößern, und des Hindernifs, das das Nevrilema in der Fortleitung der el. Strömung machen soll, soviel möglich zu beseitigen, wurden die Nerven in so schiefer Richtung, wie möglich überschnitten. Zwölf so präparirte Froschextremitäten wurden durch fungus Agarigus, den man vorher in Salmiakauflösung getaucht hatte, in folgender Ordnung: Nerve, Muskel, Schwamm, Nerve, Muskel u. s. w. mit einander vereinigt, so daß das eine Ende mit dem Nerven anfing, das andere mit dem Muskel endigte. Wurden nun diese beiden Enden entweder durch einen silbernen Faden oder durch das Fleisch einer jungen Katze mit einander in Verbindung gebracht, so entstanden Contractionen in allen jenen Schenkeln, ausgenommen in zweien, und zwar sowohl bei der Schliefsung als Oeffnung der Kette. Dr. Bonomio zu Mailand wollte aus 60 Scheiben von Nussbaumholz, zwei Zoll im Durchmesser, die mit einem ausstehenden Rande von etwa 15 Lin. Höhe versehen und eine geraume Zeit in Essig gelegt waren, eben so vielen etwas kleineren Scheiben von rothen Rüben und ähnlichen aus Rettig, wobei noch in die Höhle der Nulsbaumscheiben eine Auflösung von Weinstein in Essig gegossen wurde, und an deren unterster Scheibe ein Blatt von Löffelkraut, und an der obersten ein Streisen von doppeltem in Weinessig getränkten Löschpapier angebracht war, eine Säule errichtet haben, durch welche ein Froschpröparat das durch sein Rückenmark mit dem Löffelkraut, und durch seine Muskeln mit dem Löschpapier in Berührung stand, Zusammenziehungen zeigte, aber die galvanische Societat in Paris konnte so wenig diesen Erfolg als eine Spur von E. durch Marechaux's Elektro - Mikrometer erhalten 1.

78. Die zweigliedrigen Säulen sind zuerst von ZAMBONI erfunden worden ². Er setzte erst eine Säule von 20 kleinen Vierecken von bloßem Silberpapier zusammen, so daß die me-

¹ G. XXII. 815,

² Ebend. I.X. 163.

tallischen Flächen alle nach unten gekehrt waren und brachte das obere Ende der Säule, wohin die unbelegte Fläche des Papiers gerichtet war, mit der Collectorplatte eines guten Condensators in Berührung, während das untere Ende mit dem Fulsboden verbunden war. Es zeigte sich nach etwa einer halben Minute am Elektrometer eine Spannung von ungefahr 0.75 Z. und zwas positiver Art. Dabei sah ZAMBONI die Spannung zunehmen, je mehr er Paere hinzusiigte. Er fand jedoch die el. Verhältnisse einer solchen zweigliedrigen Säule sehr veränderlich. Eine solche Säule, die am Morgen sehr kräftig wirkte, war am Abend unwirksam; 50 Platten von einer Sorte Silberpapier gaben an einem Tage nicht den Grad von Spannung, den in demselben Augenblicke 10 Platten einer andern Sorte Silberpapier erzeugten, feuchte oder trockene Luft schienen die eine Säule zu beleben, die andere zu ertödten. Ja er sah sogar die Polarität sich umkehren, indem der negative Pol an der Metallseite sich zeigte, während zu derselben Zeit von verschiedenem Silberpapier gebaute Säulen ihre Pole in entgegengesetzter Lage hatten. Um die Feuchtigkeit, welche ihren Einfluss hierbei entschieden ausserte, auf einem festen Puncte zu erhalten, bestrich er das Silberpapier auf seiner Papierseite mit Honig, bis es ganz damit durchdrungen war. Nun theilte zwar die Säule dem Condensator ihre E. schneller mit, aber ihre Spannung war viel geringer, denn es bedurfte einer 4 bis 5 mal größeren Anzahl von Papierscheiben, um dieselbe Spannung wie zuvor zu entwickeln. Dabei zeigte sich die Honigsläche positiv und die Metallsläche negativ, ohne dals diese Polarität sich je umkehrte. Den Tag darauf fand er die el. Spannung dieser Säule nahe daran genzlich zu erlöschen. Er leitete dieses von dem Durchdrungenwerden selbst der Poren des Metallblättchens durch die Feuchtigkeit ab, wo also diese von oben und unten gleichmäßig mit der Metallfläche in Berührung kam, und auf diese mit gleich starken aber entgegengesetzten Kräften wirkte, die sich also aufheben mussten. Da das Lüften der Metallblättchen ihre Wirksamkeit wieder herstellte, wovon er die Wirkungsweise darin suchte, dass es die Anzahl der Berührugspuncte der einen Metallstäche mit dem feuchten Körper verminderte, und mit der Ungleichheit der Berührungesläche die Spannung wieder herstellte, so wurde er dadurch auf das eigentliche Schema dieser zweigliedrigen Kette geleitet, das in der geometrischen Verschiedenheit der

Berührungsflächen eines und desselben Erregers der ersten Classe mit einer und derselben Flüssigkeit besteht. Aus seinen Versuchen zog nämlich ZAMBOWI den allgemeinen Schluß, dass von der Seite, wo die Metallsläche in mehreren Puncten mit der Blüssigkeit in Berührung kommt, die el. Strömung das Uebergewicht habe. In der oben erwähnten Säule soll sich die Feuchtigkeit des Honigs, nachdem sie das Papier durchdrungen hat, an die innere Fläche des Metallblättchens anhängen, dieselbe in einer größeren Anzahl von Puncten berühren und so als Elektromotor winken, indem sie die E. aus dem Metalle an sich zieht, d. h. positiv mit demselben wird, indess die Feuchtigkeit der äußern Obersläche des unbelegten Papiers die Metallsläche des über ihm liegenden Papiers in einer geringeren Anzahl von Puncten berührt, folglich aus wenigeren Puncten die E. anziehen kann, und den Ueberschuss der ersteren bloss fortleitet. In den Säulen dagegen, welche blos aus einsachem Silberpapier zusam÷ mengesetzt sind, kann die Feuchtigkeit in der Rückseite des Papiers, sey es durch hygrometrische Einwirkung der Luft, oder durch eine eigenthümliche Beschaffenheit des Papiers, grofser sey, als diejenige, welche sich an die innere Fläche des Metallblättchens angehängt hat, und dann muß sich der el. Strom in einer der vorigen entgegengesetzten Richtung bewegen. Diese Erklärung findet ZAMBONI auch dadurch bestätigt, dass eine Säule aus Silberpapier, dessen Rückseiten er auf einander geleimt hatte, selbst nachdem sie trocken geworden war, nicht die allergeringste Spur von E. gab. Die volle Bestätigung gewährte endlich die Ausführung einer solchen Säule aus reinem Metall und Wasser. Es wurden zu dem Fnde aus Stanniol, der auf beiden Seiten auf das glätteste polirt war, Vierecke von 1 Z. Seite, die jedes in einen höchst feinen 2 bis 3 Z. langen Schwanz ausliefen, geschnitten, 30 Uhrgläser in einen Kreis gestellt und alle bis zu einer gewissen Höhe mit destillirtem Wasser gefüllt; darauf wurde in das erste Uhrglas einer dieser Stanniolstreifen so hineingelegt, dass Viereck sich ganz darin befand, der Schwanz aber über den Rand dieses und des nächstfolgenden Glases herüberging, und mit seiner Spitze das Wasser des zweiten Glases berührte, in diesem lag auf dieselbe Weise das zweite viereckige Blättchen, dessen Schwanz eben so in das dritte Glas hinüberreichte, und so ging es auf dieselbe Weise fort bis zum 30sten Glase. Es wurde dann ein zweiter Apparat

ganz auf ähnliche Weise aus 30 Gläsern mit Stanniolblättchen und destillirtem Wasser zusammengesetzt, nur mit dem einzigen Unterschiede, dass die Stanniolblättchen längliche Vierecke bildeten, und jedes mit seinen beiden außersten Seiten gleich tief in das Wasser der beiden Gläser eintauchte, so dass in jedem Glase das Wasser auf beiden Seiten mit zwei gleichen und ähnlichen Metallilächen in Berührung stand. Als beim ersten Apparate die Collectorplatte des Condensators 1 Minute lang mit dem Wasser des ersten Glases in Berührung erhalten worden war, während das Wasser des letzten Glases mit dem Erdboden in Verbindung gestanden hatte, zeigte sich am Elektrometer eine positive Spannung, bei ableitender Berührung des ersten Glases und Prüfung des letzten eine negative. An dem zweiten Apparate war auch nicht die geringste Spur von el. Spannung zu bemerken; ganz so wie Zinn verhielt sich auch Zink. ZAMBONI bemerkt, dass die el. Spannung nicht sogleich nachdem der Apparat zusammengesetzt ist, zum Vorschein kommt, sondern erst nach einigen Minuten, und so stufenweise wächst, bis sie endlich zu ihrem Maximum gelangt. Um dem daher genommenen Einwurfe zu begegnen, dass die el. Ladung dieser Säule nicht von der verschieden starken Wirkung der ungleichen Oberflächen eines und desselben Metalls, sondern von der Bildung eines Oxyds abhänge, wozu einige Zeit erst erforderlich sey, welches Oxyd nämlich mit dem noch metallischen Zinke wie ein-Metall mit einem + Metalle wirke, erinnert Zamboni, dals bei der Anwendung von Zinn sich auch nach einigen Tagen nicht die geringste Spur von Oxyd bemerken liefs, und die el. Spannung doch immer dieselbe blieb, während sie sich beim Zinke in demselben Grade verminderte, in welchem das Oxyd zunahm', dass ferner, da an beiden Enden der Metallstreifen dem breiten und schmalen; sich gleichzeitig Oxyd bildete, die Wirkungen sich von beiden Seiten hätten aufheben müssen, sofern man nämlich den hier zur Sprache gebrachten Einfluss der Größe der Berührungsfläche der Erreger mit der Flüssigkeit nicht zugeben will, und dass endlich, wenn die el. Spannung von der gebildeten Oxydschicht abgehangen hätte, die Vertheilung der Pole gerade die umgekehrte hätte seyn müssen, da das Oxyd mit dem metallischen Zinke negativ, dieses damit positiv wird. Wirklich stellte Zambosi auch eine solche Saule aus bloßem Zinke, nachdem sich die Enden desselben im Wasser oxydirt hatten, dar,

indem er das eine oxydirte Ende abschnitt, so dals auf dieser Seite das Zink mit einer metallischen Fläche mit dem Wasser in Berührung kam, und auf der andern Seite das oxydirte Ende gleich tief in das Wasser eintauchte. In diesem Falle war die Vertheilung der Pole dieser wahrhaft dreigliedrigen Säule, wie sie nach der gewöhnlichen Regel seyn mußte, indem der negative Pol nach dem oxydirten, der positive nach dem metallischen Ende hinfiel.

Für die weitere Erklärung der Wirkungsart der zweigliedrigen Säule, und eben damit für die Theorie des verstärkten Galvanismus überhaupt sind außer der Langsamkeit der ersten Ladung auch noch folgende von ZAMBONI beobachtete Thatsachen wichtig: a. dass wenn man in dem Zeitpuncte, in welchem jener Apparat das Maximum der Spannung erhalten hat, den Condensator ladet, bei unmittelbarer Wiederholung dieses Versuchs eine lange dauernde Berührung nöthig ist, um die vorige Spannung hervorzubringen, und bei mehrmaliger Wiederholung des Versuchs hinter einander nach gleich langer Berührung mit dem Condensator die el. Spannung sich jedesmal geringer zeigt, bis sie endlich ganz verschwindet und sich erst nach ei- . nigen Minuten wieder in den ersten Zustand setzt. b. dass wenn bei Zusammensetzung des Apparats so verfahren wird, dass man zuerst bloss die Vierecke (die breiten Seiten) in das Wasser legt, die Schwanzenden der Metallblättchen aber alle isolirt in der Luft lässt, und erst einige Minuten später in die oben angegebene Verbindung mit dem Wasser bringt, sich die el. Spannung mit ihrem Maximum sehr bald und viel früher zeigt, als wenn man die Säule schnell aufbauet, indem man die Gläser nach der Reihe unter Eintauchen der Blättchen mit beiden Enden an einandersetzt. c. dass wenn man das Leitungsvermögen des Wassers für E. durch Hinzufügung einiger Tropfen Salmiakauflösung vermehrt, die el. Spannung viel an Geschwindigkeit mit der sie sich einstellt und dem Condensator seine Ladung mittheilt, und auch etwas an Stärke gewinnt, dass aber, so wie jener Zusatz von Salmiakauflösung vermehrt wird, die el. Spannung zwar einen weitern Zusatz an Geschwindigkeit erhält, dagegen die Grosee der Spannung anfängt etwas abzunehmen, und so bei fortgesetztem Zusatze die Geschwindigkeit stets auf Kosten der Grose der Spannung sich zu vermehren scheint, bis endlich die Spannung ganz ausbleibt, woraus Zambout den Schluss zieht,

das neben der Ungleichheit der Oberflächen ein unvollommenes Leitungsvermögen des feuchten Zwischenleiters eine wesentliche Bedingung zur Bildung einer zweigliedrigen Säule sey, und als allgemeines Gesetz für dieselben aufstellt, daß die Gröise der el. Spannung im umgekehrten Verhältnisse der Geschwindigkeit stehe, mit welcher die Spannung erfolgt, und dals, wenn de Geschwindigkeit ihren höchsten Grad erreicht, jene gänzlich erlöscht. Zamboni setzte einen ähnlichen Apparat wie aus Zink und Zinn, aus Kupferblättchen zusammen; nach einigen Stunden entwickelte sich eine schwache el. Spannung, etwa die Hälfte der durch Stanniol erhaltenen; aber die Vertheilung der Pole war die entgegengesetzte. Auch in einer Säule, welche aus Goldpapier (dessen auf das Papier aufgedrückte Metallblättchen von Kupfer sind) eben so aufgebaut wurde, wie jene oben beschriebene aus Silberpapier, zeigte sich die Vertheilung der Pole entgegengesetzt wie in dieser, die Kupferseite positiv, die Papierseite negativ, auch kehrten sich die Pole dieser Säule niemals um, selbst dann nicht, wenn Zamboni die Feuchtigkeit des Papiers durch Honig vermehrte.

ERMAN bestätigte die Existenz der zweigliedrigen Säule durch seine Versuche vollkommen 1. Eine Saule von 1100 Scheiben sogenannten Goldpapiers lud, wenn sie isolirt war, den Condensator an jedem Ende entgegengesetzt, hatte ihren Indifferenzpunct gerade in der Mitte, und ableitende Berührung des einen Pols brachte jedesmal den entgegengesetzten Pol auf ein grö-Iseres Maximum; ja schon 30 Schichten gaben einen deutlichen Ausschlag. Eben so verhielt sich eine Säule überzinntes Papier (Silberpapier). Die Umkehrung der Pole sah Enman bei dieser Säule sehr selten, ohngeachtet er seine Säulen zwei Monate hindurch beobachtete. Nur sah er die Spannung allmälig abnehmen, und endlich ganz erlöschen. Höchst auffallend war hier, wie bei allen trockenen Säulen 2, der Einfluss der Temperatur. Man brauchte die Säule von 1100 Schichtungen nur 4 Stunde lang dem Sonnenlichte auszusetzen, so lud sie das Elektrometer unmittelbar ohne Condensator bis zum Anschlagen der Blättchen, und ihre Spannung stellte sich auffallend schnell wieder her. In der gewöhnlichen Temperatur brauchte man dagegen mit ei-

¹ G. LXIV. 45.

^{2 8.} Säule, Zamboni'sche.

nem guten Condensator über 5 Minuten, um bei dieser durch die Dauer sehr geschwächten Säule die 'erste Spur einer Divergenz an dem Elektrometer wahrzunehmen. ERMAN fand für beide Arten von Säulen den Pol, nach welchem die Metallstache lag. gleichmässig positiv, den Pol der Papierseite negativ. Die zweite Art solcher zweigliedrigen Säulen setzte Ennan aus 30 Gläsern zusammen, wovon jedes ungefähr ein Pfund Wasser enthielt gleichsam einen Becher - Apparat, aber mit blossem Zink, das aber das Wasser an seinen beiden Enden mit sehr verschiedenen Flächen berührte, von 29 Quadratzoll die eine, von 2 Quadratlinien die andere. Vermittelst zweier Condensatoren erhielt. er Divergenzen von 5-6° am Volta'schen Strohhalmelektrometer, wenn der jedesmalige entgegengesetzte Pol ableitend berührt wurde, schon einige Minuten nach Errichtung des Apparats. Eben so verhielt sich ein Becherapparat aus 30 Schalen zusanmmengesetzt, bei welchem die Zinkscheiben nur einen Quadratzoll Obersläche hatten, die Spannung war merklich dieselbe wie bei jenen großen Scheiben, aber die Dauer der Wirksamkeit des großen Apparats war viel größer als die des kleinen and betrug so viele Wochen als bei diesem Tage. ERMAN behauptet die Vertheilung der Pole bei diesen zweigliedrigen Becher-Apparaten auf eine entgegengesetzte Weise wie Zambonigefunden zu haben, er irrt aber offenbar hierin, wie ich denn auch selbst oben in Nr. 39, welche von der einfachen Kette handelt, in denselben Irrthum gefallen bin, denn er fand den Pol der größern Zinkplatte positiv, den der Spitze negativ, aber eben so fand sie auch ZAMBONI, und diese Lage der Pole folgt nothwendig aus der von Zambont gegebenen Erklärung. Ferner fand ERMAN gerade wie ZAMBONI eine entgegengesetzte Polarität bei Anwendung der Metalle, die dem negativen Ende der Spannungsreihe näher stehen, indem 30 Quadrate von reiner Silberfolie den negativen Pol an dem breiten, den positiven dagegen an dem schmalen Ende zeigten, eine Verschiedenheit, die wesentlich mit dem verschiedenen Verhalten beider Arten von Metallen gegen das Wasser zusammenhängt, indem, wie auch ERMAN bestätigt fand, Wasser mit dem Silber negativ, dieses positiv, dagegen mit dem Zinn und Zink positiv, diese negativ werden. ERMAN fand, dass auch diese bechersormigen Apparate nach längerer oder kürzerer Zeit alle el. Spannung verloren, dass aber in einem solchen Apparate, welcher alle Spannung verloren hatte, sich sogleich die vorige Thätigkeit wieder zeigt, wenn der geometrische Unterschied zwischen ihren Spizzen und ihren breiten Oberslächen vermehrt wurde, namentlich wenn er unter Wasser auf jede breite Fläche ein Quadrat von demselben Metalle legte, ohne an den Spitzen etwas zu ändern. Dass übrigens dieses Erlöschen der Wirksamkeit nicht von der Oxydation der Metallsläche abhänge, schien daraus hervorzugehen, dass der Silberapparat, an welchem unter blossem Wasser keine Oxydation des Metalls zu bemerken war, fast schneller wie der Zinkapparat erlosch, Bei dieser Gelegenheit verfällt ERMAN abermals in ein Missverständnise in Beziehung auf Zam-Bout's Erklärung der Umkehrung der Polarität durch die Wirkung des Zinkoxyds, denn auch Zamboni geht in dieser Erklärung von der Thatsache aus, dass das Zinkowyd mit dem reinen Zink negativ werde, während Enman ihm die entgegengesetzte Behauptung unterzuschieben scheint. Enman fand endlich gleichfolls, dals die Natur der Flüssigkeit einen bedeutenden Einfluss Bulsers. Als ein Becherapparat aus Zinn mit reinem' Wasser nach 2 Tagen zu wirken aufgehört hatte, ward die frühere el. Polarität, und zwar mit einer viel bedeutenderen Intensität, wieder hergestellt, als einige Grane Kochsalz in jedem Becher aufgelöst wurden, aber die Dauer dieser Spannung war im umgekehrten Verhältnisse ihrer Intensität, Die comparative Wirkung. der sauern und basischen Flüssigkeiten gab nach Verschiedenheit der Metalle so wandelbare Erscheinungen, dass Enman keine Uebersicht gewinnen konnte. Dieser bedeutende Einfluss der chemischen Natur der Flüssigkeit auf die Vertheilung der Pole erhellet 1 deutlich aus dem Versuche Orasten's mit einer solchen einfachen zweigliedrigen Kette aus Zink', wo bei Anwendung einer Flüssigkeit aus 1 Theil Wasser & Schweselsaure und La Salpetersaure der positive Pol auf die schmale Seite fiel, wenn aber die Flüssigkeit bedeutend mehr Säure enthielt, besonders wenn sie erhitzt war, die entgegengesetzte Polarität eintrat, wobei die Magnetnadel mit dem Multiplicator als Prüfungsmittel diente. Ohne Zweifel hängt auch hier diese Verschiedenheit von dem ungleichen Verhalten des Metalls gegen diese verschiedenen Flüssigkeiten ab, und zwar so, dass das Zink sich positiv gegen die erstere und negativ gegen die zweite verhält,

^{1 8}chw. III. 163.

VI. Bd.

Pohl stellt in dem Artikel, welcher in seinem Werke der zweigliedrigen Kette gewidmet ist 1, den allgemeinen Satz auf; dass bei Anwendung von Metallen, die mit der gebrauchten Flüssigkeit positiv werden, der positive Pol nach der schmaleren Fläche, bei Anwendung von Metallen, die mit derselben negativ werden, der 'negative Pol nach dieser Seite hinsalle; indess scheint es nach der ganzen Darstellung nicht, dass dieser Behauptung, die allerdings aus der Theorie der zweigliedrigen Kette als Postulat folgt, eigene Versuche desselben zum Grunde lägen.

79. Mit der Schließung der Säule, sie sey nun eine vollkommene (totale) oder unvollkommene (partiale), der obigen Bestimmung gemäß (Nr. 69), treten gerade so, wie bei Schließung der einfachen Kette dieselben merkwürdigen Wirkungen ein, welche jede ächte galvanische Thätigkeit begleiten, und welche durch die Säule selbst in einem so verstärkten Grade dargestellt werden können, dass eben dadurch dieser Apparat der Gegenstand eines so allgemeinen Interesses unter den Physikern geworden ist. Diese Wirkungen sind also auch hier die chemischen oder die Zersetzungs - und Zusammensetzungs - Erscheinungen, Licht und Warme - Erscheinungen, magnetische Erscheinungen und physiologische Erscheinungen, oder Veränderungen, welche im Conflicte mit der Lebenskraft organischer Körper hervor treten. Diese Erscheinungen modificiren sich auf die mannigsaltigste Weise nach Qualität und Quantität; da aber diese Details für den Artikel: Säule, Volta'sche, vorbehalten sind. so schränke ich mich hier nur auf die Entwerfung der allgemeinen Umrisse dieser Phänomene ein, so weit sie für die Beurtheilung der verschiedenen Theorieen des verstärkten Galvanismus. so wie überhaupt zur Begründung einer Theorie desselben, entscheidend sind. Alle chemischen Wirkungen, welche oben von der einfachen Kette angegeben worden sind, kommen auf gleiche Weise an der Säule, und zwar namentlich an den einzelnen Ketten selbst, aus welchen sie zusammengesetzt ist, vor. Sie konnen aber auf eine neue und lehrreiche Weise hier dargestellt werden, indem man die Pole der Säule durch Drähte oder andere schickliche Metallverlängerungen, oder anderweitige feste Erreger des Galvanismus, die von den Endplatten der Säüle aus-

¹ a. a. O. S. 85.-98.

gehen, auf Flüssigkeiten aller Art oder andere zersetzbare die E. leitende Körper, welche sich zwischen ihnen befinden, einwirken lässt. Man kann sich zu solchen Versuchen bequem gläserner Gefälse von verschiedener Form, Weite u. s. w. bedienen, besonders der Glasröhren, welche entweder an beiden Enden mit Körken versehen sind, und mit der dem Versuche zu unterwerfenden Flüssigkeit gefüllt werden, in welche die Polardrähte durch diese Körke hindurch hineinreichen, oder auch an dem einen Ende mit Blase verschlossen, oder in ein anderes Gefäß mit offener Mündung untergetaucht werden. Indem man durch die Körke neben den Polardrähten feine, passend gekrümmte Entbindungsröhren hindurch steckt, kann man die sich entbindenden Gasarten bequem auffangen, ihre Menge bestimmen, ihre Beschaffenheit untersuchen, ihr Gewicht mit dem Gewichtsverluste der dem Versuche unterworfenen Flüssigkeit u. s. w. vergleichen. Es sind mancherlei Apparate dieser Art angegeben worden. Entwickelt sich nur von dem einen Polardrahte Gas, so kann man sich eines Apparates mit einer einzigen Gestöhre bedienen. Um 180. die Gase, wenn sie sich von beiden Drähten entwickeln, abgesondert aufzufangen, dienen winkelförmig gebogene Röhren mit zwei Gasbehältern. Sie gewähren ausserdem den Vortheil, dass 181. man zwei Flüseigkeiten gleichzeitig, jede der Einwirkung eines einzelnen Pols, unterwerfen kann. Man kann auch ein gläsernes Gefäls von beliebiger Form, z. B. von Kugelform, seitwärts 182 mit einem feinen Loche durchbohren, durch dieses von jeder Seite beliebige Metalldrähte in horizontaler Richtung mit Siegellack hinein kitten und den Hals luftdicht verkorken, aus welchem eine Sförmig gekrümmte feine Röhre, die sich entwickelnden Gase in einem graduirten, mit Wasser oder Quecksilber gefüllten, und in Wasser oder Quecksilber untergetauchten Cylinder leitet, oder bei einem in seinem obern Theile hinlänglich weiten Gefälse unmittelbar über jeden horizontalen Draht eine kleine Glocke aufhängen, um das von jedem Drahte aufsteigende Gas besonders aufzufangen.

80. Die durch die Säule bewirkte Wasserzersetzung zeigt auf eine ganz besonders auffallende Art das im Raume geschiedene Auftreten der beiden Bestandtheile des Wassers, wovon schon bei der einfachen Kette umständlich die Rede gewesen ist. Besinden sich zwei Platin – oder Gold – Drähte in einer solchen sogenannten Gasentbindungsröhre, so erhebt sich bei Anwen-

dung einer hinlänglich wirksamen Säule z. B. von 50 bis 100 Plattenpaaren Zink und Kupfer von etwa zwei Quadratzollen Oberfläche, deren feuchter Zwischenleiter mit Kochsalz oder Salmiakausstsung getränkte Tuch- oder Papp Scheiben sind, im Augenblicke der Schliessung ein reichlicher Gasstrom von beiden Drähten, jedoch von dem negativen Polardrahte reichlicher und in kleineren Bläschen. Ist der Apparat weniger kräftig, so vergehen wohl einige Secunden, ehe es zur sichtlichen Gasentbindung kommt, und der Gasstrom vom positiven Drahte steigt dann immer ein bischen später auf, als vom negativen. Die Gasbla--sen entwickeln sich längs dem ganzen Drahte; so weit er in das Wasser eintaucht; jedoch reichlicher von der freien Spitze aus und um diese herum, als nach hinten zu. Fängt man diese Gasarten besonders auf, so zeigt sich das von dem positiven Polardrahte aufsteigende Gas als Sauerstoffgas, das von dem negativen Drahte aufsteigende als Wasserstoffgas. Beide entwickeln sich merklich in dem Verhältnisse, in welchem sie Wasser mit einander bilden, nämlich 2 Volumina Wasserstoffgas gegen 1 Volumen Sauerstoffgas. Indels ist dieses Resultat in der strengsten Genauigkeit nie erreicht worden, da sich den entbundenen Gasarten aus dem Wasser, aus welchem sie entbunden,oder über welchem sie aufgefangen werden, etwas atmosphärische Luft, welche dasselbe zurückgehalten, oder wenn es auch ausgekocht ist, während seiner Abkühlung wieder eingesogen hat, unvermeidlich beimischt. Simon i will zwar, da er seine Entbindungsröhre und eben so den Cylinder, worin das Gas aufgefangen wurde, und welcher selbst in eine Schale mit Quecksilber tauchte, mit zweimal destillirtem und frisch gekochtem Wasser gefüllt hatte, ein Gasgemenge erhalten haben, das in einem kleinen Volta'schen Eudiometer über Quecksilber durch den el. Funken entzündet, ohne Rückstand verbrannte und Wasser erzeugte, aber schon die Art. wie er seinen Versuch anstellte, da er sogar in der Entbindungsröhre ein wenig atmosphärische Luft zurückgelassen, die mit dem entbundenen Gase in den Auffang - Cylinder mit übergehen musste, erlaubt nicht dieses buchstäblich zu nehmen. Am genauesten fiel ein von H. DAVY angestellter Versuch aus ? welcher die beiden Gasartén in den Röhren selbst, in welchen

¹ G. X. 290.

² Ebend. VII. 114.

sich die beiden gasentbindenden Golddrähte befanden, auffing Diese waren nämlich in ihr oberes Ende eingeschmelzt, mit ihren untern offenen Enden waren diese Röhren in Gläser umgestürzt. die selbst durch frische Muskelfasern mit einander verbunden waren. Die Röhren sowohl als die Gläser wurden mit destiflirtem Wasser gefüllt, welches er nach achtstündigem Kochen fast noch siedend eingefüllt hatte. Die erhaltenen Gasarten verhielten sich als reines Wasserstoffgas und als reines Sauerstoffgas. In dem einen Versuche war das Verhältniss ihrer Voluminum = 56: 14. DAVY vermuthete, dass das eine Wasser einen Theil des Sanerstoffgases verschluckt habe. Er sättigte also. vorher dasselbe mit Sauerstoffgas, indem er es über Quecksilber damit schüttelte, und nun war das Verhältniss beider Gasarten nahe zu dasselbe, wie es die gewöhnliche Wasserzersetzung auch giebt, nämlich 57: 27. Das Verhältnis des Gewichts der erhaltenen Gasarten zum Gewichtsverluste des Wassers suchte man vom Anfange an auszumitteln. Da eine lange Zeit vergeht, ehe eine hinlängliche Menge Gas erhalten werden kann, um einen merklichen Gewichtsverlust des Wassers zu veranlassen, da ferner das Gewicht der Gasarten in allen solchen Fällen nicht unmittelbar, sondern nur nach ihrem Volumen bestimmt wird, diese Bestimmung aber nur dann genaue Resultate gewähren kann, wenn die erhaltenen Gase rein, und also ohne Beimischung von atmosphärischer Luft sind, welche das Wasser etwa vorher enthielt, da außer durch die Entbindung der Gasarten das Wasser einen Verlust durch Verdunstung erleiden muß, wozu die sich entwickelnden Gasarten selbst, die den Wasserdunst mit sich fortführen, Veranlassung geben, so begreift man von selbst, dass ein solcher Versuch in keinem Falle ein absolut genaues Resultat geben konnte. GRUNER, welcher zuerst diesen Versuch anstellte, wollte, nachdem bereits 6 Cubikzolle Gas aus dem Wasser entwickelt waren, doch keinen Gewichtsverlust des Wassers, das er mit dem Gefälse vor und nach dem Versuche gewogen hatte, gefunden haben, und schloss daraus, dass die Luft von einer Zersetzung der galvanischen Materie selbst abhangen möchte 1. Mit mehr Genauigkeit wurden die Versuche von Endmann 2 angestellt, welcher dazu ein kugelförmiges

¹ G. VIII. 222.

² Ebend, XI. 215.

Fig. Glasgefäls mit cylindrischem Halse gebrauchte. Er hatte es zu dem Ende an zwei gegenüberstehenden Stellen durchbohrt, über die Oeffnung Korkstopsel b b gekittet, durch diese zwei zugespitzte Golddrähte aa gesteckt, /so dass ihre Spitzen nur um eine Linie von einander abstanden, und Kork, Metall und Glas, wo sie an einander grenzten, mit Siegellackfirnis luftdicht überzo-Er füllte darauf das Gefäls bis an den Hals mit frisch destillirtem Wasser, wovon es genau 53 Drachmen hielt, verschloss es mit einem Korkstopsel, durch den ein Sformig gekrümmtes Haarrehrchen ging, und verstrich auch hier alle Fugen sorgfältig mit Siegellackfirnis. Dieser ganze Apparat wog 648 Gran. Die Golddrähte wurden mit einer Säule von 80 Lagen, welche mit Salmiakauflösung geschichtet war, in Verbindung gesetzt, und das Gas in einem mit destillirtem Wasser gefüllten, vorher graduirten Cylinder aufgefangen. Nach 40 Stunden hatten sich in dem Cylinder bei 10° R. genau 6 Kubikzolle Gas angesammelt, und der Apparat hatte 1 Gran an Gewicht verloren. Nach dem damals noch gangbaren unrichtigen Verhältnisse der Zusammensetzung des Wassers aus 85 O. und 15 H. und nach der ebenfalls nicht ganz genauen Annahme des specifischen Gewichts der Gasarten, bestimmte er das Gewicht jener 6 Cubikzolle zu 1,1015162 Gran, welches mit dem Gewichtsverluste nahe überein kam.

Simon trieb den Versuch noch mehr ins Große 1, indem er ihn mit zwei Apparaten gleichzeitig 31 Stunden hindurch fortsetzte. Bei dem einen Apparate betrug der Gewichtsverlust 2,2 fr. Grains, bei dem andern 1,9; das Gewicht der erhaltenen Gasarten, die aus dem ersten Apparate 9,22, aus dem zweiten 7,91 Par. Duod. Cubikzoll betrug, berechnete er nach den damaligen nicht ganz genauen Bestimmungen für den ersten Fall zu 1,56, für den zweiten zu 1,33 Gr. Folglich in beiden Fällen bedeutend weniger als der Gewichtsverlust des Wassers betrug. Simon vermuthete, daß das mit den Gasen zugleich verdunstete Wasser diesen Unterschied veranlaßt habe; er richtete also einen sehr zweckmäßigen Apparat mit einer Mittelröhre vor, die mit geschmolzenem salzsaurem Kalke gefüllt und durch Quecksilber von beiden Seiten von der Gasentbindungsrühre und von dem Cylinder, welcher das Gas auffangen sollte, abgeschlos-

¹ G. X. 282.

sen war, damit der salzsaure Kalk bei seiner großen Verwandtschaft zum Wasser von keiner Seite her dasselbe anziehen konnte, und setzte den Versuch 10 Wochen und 2 Tage fort. Die Menge des aufgelangenenen Gases betrug bei 11-12° R. 27,5-1 Par Duod. C. Z, dessen Gewicht er zu 4,6 fr. Grains bestimmte, und welches nunmehro mit dem bloß von der Entbindung der Gasarten abhängigen Gewichtsverluste des Wassers, der dadurch ausgemittelt wurde, daß der ganze Apparat mit der Mittelröhre, die den salzsauren Kalk enthielt, vor und nach dem Versuche gewogen wurde, fast vollkommen übereinstimmte.

ENDMANN glaubte bei Anstellung des Wasserzersetzungsversuches mit dem oben beschriebenen Apparate zu bemerken?, dass die Gasbläschen nicht senkrecht aufstiegen, sondern dals die Ströme Sauerstoffgas während der ganzen Dauer des Versuchs nach der Richtung der Spitze vor, die Ströme Wasserstoffgas dagegen von der Spitze zurückgetrieben würden, und zwar he-pig sonders an den Spitzen selbst, wie die Figur darstellt. Diese 182. Erscheinung soll sich jedesmal zeigen, wenn die Gasentbindung in einem hinlänglich weitem Gefälse unter gleichen Umständen vor sich geht, was auch andere Mitbeobachter bestätigten. Der Erfolg war also ganz von der Art, wie wenn von dem positiven nach dem negativen Drahte hin eine Bewegung oder ein Stofs wirkte, der vereinigt mit der von der Schwere abhängigen senkrecht aussteigenden Bewegung diese Art von parabolischer Bahn bewirkte.

81. Da in diesem Wasserzersetzungsversuche die beiden Bestandtheile des Wassers getrennt von einander auftreten, so bot sich gleich von Anfang an das wichtige Problem zur Entzscheidung durch Versuche dar, ob die beiden, wenn gleich in solcher Geschiedenheit im Raume auftretenden Bestandtheile einem und demselben Wassertheilchen angehören, oder ob vielmehr an jedem Drahte jedes Wassertheilchen für sich seinen Bestandtheil hiefere, und wohin der andere in diesem Falle gelange, oder ob vielleicht hier überall nicht zersetzt, sondern nur (Wasser) umgewandelt werde. Der sicherste Weg zur Entscheidung dieser Frage sohien der zu seyn, zwei Wasserquantitäten so vollkommen wie möglich von einander zu trennen, so dass sie in gewissem Sinne kein Continuum mehr bildeten, ohne dass darum

¹ G. XI. 215.

die Leitung von dem einen zu dem andern und damit der Procels selbst gehemmt wurde, wobei jedoch kein trockener Leitet
oder ein Leiter der ersten Classe angewandt werden durite, welcher selbst durch chemische Polarität wirkt, und die Wasserzersetzung eben damit wieder mit beiden Bestandtheilen in ein
und dasselbe Wassercontinuum versetzt.

H. DAYT schmolz zu diesem Ende, wie schen oben bemerkt ist Golddrühte, die er mit den Polen der Säule verbinden wollte, in das eine Ende von Glasrohren, die er mit dem andern offenen Ende in Gläser mit Wasser umstürzte. Tauchte er nun den Finger der einen Hand in das eine Glas, den der andern in das andere, wo also die Communication zwischen beiden Gläsern durch seinen Körper stattfand, so erfolgte die Gasentbindung in vollkommen geschiedenen Wasserportionen, und zwar an jedem Drahte die des ihm vermöge des Pols zugehörigen Gases. Denselben Dienst leistete eine Verbindung der Gläser durch Muskelfasern und frische Pflanzenfasern, endlich durch einen benetzten Faden. Auch als sich drei Personen anfasten. wovon die beiden aussersten die Finger in die Glaser tauchten, trat derselbe Erfolg, nur geschwächt ein. Ich selbst hatte den Kork zur Scheidung vorgeschlagen, und mit einem solchen Apparate, der aus zwei Abtheilungen bestand, die durch eine vollkommen isolirende Scheidewand von einander getrennt waren, in welche von jeder Seite her Golddrähte eingekettet waren, und in welchen durch einen an der Scheidewand angebrachten Kork die Leitung von dem einen Wasser zum andern vermittelt, die Communication des Wassers selbst aber, wie die verschiedene Höhe desselben in den beiden Abtheilungen bewies, vollkommen unterbrochen war, Versuche mit Erfolg angestellt. 1 In allen diesen Fällen communicirten indess die scheinbar getrennten Wasserquantitäten doch eigentlich wieder nur durch das Wasser, wovon der Faden oder der Kork durchdrun gen waren, oder es fielen selbst beide Processe in ein und dasselbe Wasserquantum, wenn nämlich thierische Theile, wie Muskelfasern, Nerven u. s. w. die Communication unterhielten, in dem diese Theile, wie Ritten richtig bemerkt 8, sich wie feste Leiter verhalten, nämlich mit chemischer Polarität, wie diese,

¹ G. VII. 868.

² Ebend. IX. 274.

auftreten, nur dals die Bestandtheile des Wassers an ihnen nicht gasförmig erscheinen, sondern neue Verbindungen mit ihnen eingehen. Dieses erhellet besonders aus einem Versuche Simon's 1, wo zwei Röhren A, B unten durch einen Streifen ma-Fig. geres Rindsleisch C vereinigt und durch herumgebundene Blase 133. dicht verschlossen, darauf beide mit reinem Wasser gefüllt und ihre obere Oeffnung mit Korkstöpseln verschlossen wurden. durch welche Drähte nebst Entbindungsröhren luftdicht gingen. Das Fleisch erlitt eine merkwürdige Veränderung, indem des dem negativen Pole gegenüberstehende Fleischende D, welches folglich, wenn es selbst polarisirte, als Oxygenpol auftrat, eine hochrothe Farbe annahm und auch eine so gefärbte Flüssigkeit absetzte; indess das andere, dem positiven Pole zugekehrte also selbst negativ gewordene Ende E des Fleisches gänzlich entfärbt wurde, und ein gallertartiges Ansehen erhielt, Veränderungen, welche Simon auf gleiche Weise an Fleischfibern wahrnahm, mit denen er, statt der genässten Tuchscheiben eine Volta'sche Säule schichtete, die auch mehrere Tage hindarch gegen Fäuliffis geschützt wurden.

Eine besondere Aufmerksamkeit widmete RITTER dieser Art der Untersuchung, wobei er aus der Form, unter welcher die Wasserzersetzung auftritt, den Schluss gezogen hatte, dass das Wasser sinfach sey, und nicht zersetzt, sondern auf der einen Seite als Ganzes die Sauerstoff-, auf der andern Seite die Wasserstoff-Qualität durch die el. Begeistung annehme. Die eine Reihe seiner Versuche betraf die Prüfung einer Behauptung Founceox's, Vauquelin's und Thenand's, welche die wirkliche Ueberstihrung des Hydrogens von dem Drahte, welcher Sauerstoffgas lieferte, nach dem entgegengesetzten Drahte, an welchem es nach Abgebung des el. Fluidums an denselben dann gasformig auftrete, durch einen Versuch mit Silberoxyd bewiesen haben wollten, welches, in das Wasser zwischen beide Drahte gebracht, in der Portion, welche dem positiven Drahte sugekehrt sey, reducirt werde, während zugleich die Entbindung des Wasserstoffgases aufhöre. RITTER 2 bewies indels durch eine große Reihe sehr sinnreich abgeänderter Versuche, dals

¹ G. X. 28.

³ Beitrage sur nahern Kauntnifs des Gulvanismus ff. Bd. 1, St S. S ff.

dieser Erfolg durchaus nicht statt finde, dass vielmehr das Silberoxyd auf derjenigen Seite, welche nach dem negativen Drahte zugekehrt ist, eine Reduction erleide, und zwar nur in dem Verhältnisse, in welchem es entweder unmittelbar oder vermittelst des Wassers, welches dasselbe in sehr geringer Menge auflöst, mit dem negativen Drahte, und folglich mit dem Hydrogen im Augenblicke seines Freiwerdens in Berührung komme, und dadurch reducirt werde, dass sich diese Reduction von da ans durch das Silberoxyd nach der entgegengesetzten Seite allmälig ausbreite, sofern das mit dem negativen Drahte zusammenhängende, und sich durch Anhängen neuer reducifter Silbertheilchen verlängernde Silber nun selbst zum negativen Pole werde, und weiteres Oxyd, mit dem es in Berührung komme, reducire, dass auf der entgegengesetzten Seite nichts von dieser Art vorkomme, vielmehr die Wirksamkeit des Sauerstoffs sich hier thätig zeige, indem das schon etwas grau gewordene Silberoxyd hier vielmehr seine weiße Farbe wieder erhalte, und die geringe Spur von aufgelöstem Silberoxyd sich in weißen Wölkchen niederschlage. Mannichfaltig abgeänderte Versuche bestätigten von allen Seiten dieses Resultat und widerlegten den kaum begreiflichen Irrthum der französischen Physiker.

Dagegen glaubte RITTER in der concentrirten Schwefelsäure und an der concentrirten Salpetersäure ein Scheidungsmittel gefunden zu haben, durch welches jene einseitige Metamorphose des Wassers als Ganzes in Sauerstoffgas und Wasserstoffgas erwiesen werden könne. Bei der Mittheilung seiner ersten Versuche war er in den Irrthum gefallen, dass diese Säuren, namentlich die Schwefelsäure, durch die unmittelbare Einwirkung der Polardrähte selbst keine Veränderung erlitten, kein Gas geben u. s. w. Dieser Irrthum wurde jedoch durch Henry's 2, Cruickshank's 3, Davy's 4 und später auch durch Simon's 5 Versuche widerlegt, welche alle wirklich Gas, theils durch Zersetzung des Wassers, welches diese Säuren als wahre Hydrate auch noch im concentrirten Zustande enthalten, theils durch die

¹ Voigts Magazin II. 492 ff.

² G. VI. 370.

⁸ Ebend. VII. 106.

⁴ Ebend. VII. 124.

⁵ Ebend. X. 32.

Zersetzung der Säure selbst erhielten. Insbesondere fand in allen diesen Versuchen am Hydrogendrahte Zersetzung der Schwefelsänre durch den Wasserstoff und Abscheidung von Schwefel statt. Wenn aber die Schwefelsaure in die untere Biegung einer zweischenklichen, in einen spitzen Winkel gebogenen Röhre gebracht, und über dieselbe mit aller Vorsieht, um die Vermischung zu verhindern, Wasser gegossen wird, in welches Goldoder Platindrähte reichen, so findet an beiden auf die gewöhnliche Weise Gasentwickelung statt, ohne dass die zwischen befindliche Schwefelsäure die allergeringste Veränderung erleidet. und zwar sogar in größerer Menge, als wenn die Strecke, welche die Schweselsäure einnimmt, durch reines Wasser ersetzt wird. Diesen Versuch sah nun RITTER als einen ganz entscheidenden Beweis der absoluten Geschiedenheit und Unabhängigkeit beider Processe von einander, und der Verwandlung des auf jeder Seite befindlichen Wassers als Ganzes in das Gas, welches sich auf jeder Seite entwickelt, an; indess durch eine Argumentation, welche mehr subtil als haltbar ist. Selbst dann, wenn durch einen directen Versuch bewiesen wäre, dass der Gewichtsverlust des Wassers auf der einen Seite mit dem Gewichte des entwickelten Sauerstoffgases und derjenigen auf der andern Seite mit demjenigen des Wasserstoffgases genau übereinstimme, ein Resultat, welches RITTER für ganz entscheidend hält, würde die von einigen Physikern aufgestellte Hypothese von einer durch das ganze Wasser hindurch gehenden Zersetzung und Wiederzusammensetzung, und somit einer Abhängigkeit des Processes auf der einen Seite von demjenigen auf der andern sich behaupten können.

82. Die Entwickelung von Gas an den beiden Polardrähten findet, wie bereits bemerkt ist, nur dann statt, wenn als Zuleiter solche Metalle angewandt werden, die zum Sauerstoff nur eine geringe Anziehung haben, namentlich außer Gold und Platin, Palladium, Rhodium und Tellurium. Werden dagegen Drähte von andern Metallen gebraucht, so entwickelt sich zwar, wie zuvor, am negativen Drahte Wasserstoffgas, aber der positive Draht giebt nun kein Gas, sondern es bildet sich an demselben Oxyd, das sich mit dem Wasser zu Hydrat verbindet, und sich in einer, nach Beschaffenheit des Metalls verschieden gefärbten Wolke von dem Drahte aus im Wasser verbreitet, der Draht aber wird angefressen und allmälig verzehrt. Dieses gilt

anf gleiche Weise von dem sonst nicht so leicht oxydirbaren Chuickshank 1 machte zuerst diese Beobachtung an dem Silberdrahte; es zeigte sich eine weiße Wolke an der Spitze des positiven Drahtes, welche nach und nach größer, dunkler, endlich purpurfarbig oder selbst schwarz wurde; doch hört an diesem Drahte nicht, wie an den Drähten von Messing oder Kupfer, alle Gasentwickelung auf, und bei einer kräftigen Säule findet sogar noch ein beträchtlicher Strom statt. Gaunen bemerkte, dass bei Anwendung von Silbernadeln, die etwa & Z. von einander abstehen mochten, das an dem positiven Drahte sich bildende gelbe Oxyd nach einigen Minuten von der negativen Spitze angezogen wurde, und unter Verwandlung in ein schwarzes Oxyd an dieser Spitze einen sehr schönen schwarzen Dendriten bildete, auch in dem Augenblicke, da die Bildung desselben begann, die Gasentbindung aufhörte und sich die Oberstäche dieser Nadel mit einem schwarzen, lose ausliegenden Ueberzuge bedeckte.

BRUGNATELLI 2 hatte bei einem Becherapparate die Schliefsung des Kreises durch verschiedene Drähte in mehreren auf einander folgenden Gläsern gemacht, wodurch daher abgeleitete Pole an den Enden dieser Drähte entstanden. Hierbei beobachtete er, dass an dem negativen Ende der Drähte sich zum Theil krystallinische Ueberzüge bildeten, die offenbar von dem, vom gegenüberstehenden positiven Polardrahte übergeführten Metalloxyde, welches an diesem gebildet und an dem negativen Pole reducirt war, und unter gewissen Umständen selbst noch hydrogenesirt wurde, herrührten. Er stellte damals die sonderbare Hypothese auf, dass diese Krystalle Verbindungen des Metalloxyds mit der el. Materie selbst seyen, welche letztere alle Eigenschaften einer wahren Säure besitzen sollte, und die er daher el. Säure nannte. Er hat aber diese unhalthare Meinung nachher selbst aufgegeben, wie man aus einer spätern Abhandlung desselhen 3 ersieht, in welcher er die Natur dieser Bildungen am negativen Drahte richtiger bestimmt hat. Der negative Golddraht überzog sich in seinen Versuchen, so weit er in das Wasser reichte, mit einer schwarzen Substanz, die sehr schnell zunahm, und war die Säule kräftig, so war der Ueberzug nach

¹ G. VI. 368.

² Ebend. VIII. 284.

^{\$} Ebend. XXIII. 177.

einigen Stunden in eine schwammigte, sichtlich aufgelaufene Substanz verwandelt und sehr dünne Golddrähte gingen zuletzt ganz in dieselbe über. Manchmal bildete diese Substanz wahre Vegetationen oder Nadeln, doch nur wenn starke Säulen schon geschwächt weren. BRUGNATELLI sieht diese Substanz für ein Hydrat von Goldhydrüre an. Wechselt man die Golddrähte, so dass der mit der schwammigten Substanz überzogene Golddraht sich nun am positiven Pole befindet, so sieht man den schwammigten Ueberzug allmälig an Volumen abnehmen und so zu sagen in den Golddraht wieder einschrumpfen, der seine vorige Farbe und Metallglanz wieder annimmt. Dieses Goldhydriire ist ein Leiter des Galvanismus, denn ganzlich damit überzogene Drähte zersetzen sehr schnell das Wasser durch Einwirkung der Säule, Auch den negativen Silberdraht sah BRUGNATELLI bei Anwendung zweier Silberdrähte, deren Spitzen nur 3 Linien von einander abstanden, und bei Einwirkung einer mächtigen Säule sich mit einem ziemlich reichlichen dunkelgrauen und wie schwammigten Ueberzuge bedecken. Diesen hielt er für ein Silberhydrat, weil er getrocknet und mit einem Glätter gerieben, Metallglanz annahm, und alle Eigenschaften des reinen Silbers zeigte. Nach der Art der Bildung und nach der Analogie mit dem Golde lässt sich indels nicht zweifeln, dass es Silberhydrüre ist, das seinen Wasserstoff leicht wieder abgiebt. Bei Anwendung von Kupferdrähten in demselben Gefasse bildete sich an dem negativen Drahte eine schwarze Substanz in schönen Ramificationen, welche BRUGNATELLI für Kupferhydrüre erkannt haben will. Diese Veränderungen der Metalle am negativen Pole liefern die vorzüglichsten Data zur Erklärung der sogenannten Polarisirung der Metalldrähte im Kreise der Säule, der Ladungssäule n. s. w.

DAVY wandte statt der Drähte Streifen von wohl ausgebrannten Kohlen an 1, durch welche die Säule sich so gut wie durch Metalldrähte vollkommen entladen ließ. An dem Streifen, der mit dem positiven Pole verbunden war, entwickelte sich gar kein Gas (bei Anwendung von nicht destillirtem Wasser hatte sich etwas atmosphärische Luft, die durch das vom Wasser verschluckte kohlensaure Gas entbunden worden war, angesammelt), dagegen bildete sich Kohlensäure, die vom Wasser ver-

¹ G. VII. a. a. O.

schluckt wurde, und durch Präfung mit Reagentien erkennbar war. Der mit dem negativen Pole verbundene Streifen gab erst nach einer halben Stunde Gas, welches sich größtentheils als reines Wasserstoffgas verhielt, dem aber doch etwas Kohlenwasserstoffgas beigemischt war. Unter denselben Umständen gab ein Silberdraht, mit dem negativen Ende der Säule verbunden, während der Kohlenstreifen den Leiter vom positiven Pole bildete, sogleich Gas, woraus man schließen muls, dals die Kohle im Anfange den entbundenen Wasserstoff, zu welchem sie eine große Verwandtschaft hat, verschluckte. BRUGNATELLI sah bei Anwendung der Kohlenstreifen am positiven Pole sich sehr viel Gas., am negativen dagegen sehr wenig entwickeln; auch wurde die Kohle an diesem Pole merklich gebleicht, welches er von der Verbindung mit dem Wasserstoff ableitet, wie denn auch diese hydrogenisirte Kohle gegen gewöhnliche Kohle sich positiv el. verhielt, gerade so, wie das hydrogenesirte Gold gegen gewöhnliches Gold.

HENRY 2 schmolz die Gasentbindungsröhre in dem einen Ende um den zu leitenden Draht zu und sperrte das Wasser in ihr mit Quecksilber. Hier entband sich nur Gas, wenn der Zuleitungsdraht (von Silber) mit dem negativen Pole, das Quecksilber mit dem positiven (ohne Zweifel durch einen Eisendraht) verbunden war. Bei umgekehrter Verbindung entwickelte sich kein Gas, ohngeachtet die Bewegung der Oberstäche des Quecksilbers das fortdauernde Durchströmen bewies. Wurde dagegen bei dieser letzten Anordnung ein Draht durch das, Quecksilber in die Röhre geleitet, so stieg viel Gas vom untern Drahte auf. · Hier zeigte sich also die Spitze günstig für die Wasserzersezzung wegen der auf wenige Puncte eingeschränkten Wirkung, doch erheben sich allerdings auch bei Anwendung von stärkern Saulen aus 60 bis 100 Plattenpaaren von 2 Quadratzoll Oberfläche Wasserstoftgasblasen von der Oberfläche des Quecksilbers. wenn dieses mit dem negativen Pole verbunden ist, und bei der Verbindung mit dem positiven Pole überzieht sich die Oberstäche nach Verhältnis der Stärke der Säule mit einer schwärzlichen oder mehr gelben Oxydschicht. Ueberhaupt modificiren sich alle diese Veränderungen der Metalldrähte, der Kohlenstreifen

¹ G. XXII, a. a. O.

² VI. 370.

u. s. w., sowohl hinsichtlich der Stärke als der Art in Gemäßheit der jedesmaligen Starke des galv. Apparats und des davon
abhängigen el. Stromes.

83. Die Polarisirung trockener Erreger, welche die Continuität des Wassers unterbrechen, und die davon abhängige Verdoppelung und selbst Vervielfachung des Processes, welche wir schon bei der einfachen Kette kennen gelernt haben, zeigt sich bei der Säule auf eine noch viel auffallendere Weise. CRUICKSHANK 1 und RITTER 2 haben zuerst dergleichen Versuche angestellt und sie sind auf die mannigfaltigste Weise abgeändert worden. Die einsachste Form dieses Versuchs ist, dass man zwei mit destillirtem Wasser gefüllte Glaszöhren nimmt, deren eine Enden einerseits durch Drähte mit den beiden Polen der Säule und die beiden andern Enden durch einen Metalldraht mit einander verbunden sind, und durch deren obere Körke feine gekrümmte Glasrohren zum Austreten der entbundenen Gase ge- Fig. steckt werden. Sind die drei Drähte a b und c von Platin oder 134. Gold; so entwickelt sich durch die Einwirkung einer hinlänglich starken Säule von 4 Drahtenden Gas und zwar an den Polardrähten a b auf die bereits abgehandelte Weise, an dem, dem positiven Drahte gegenüber stehenden Ende d des Verbindungsdrahtes Wasserstoffgas, an dem, dem negativen Polardrahte gegenüber stehenden Ende e Sauerstoffgas; der Verbindungsdraht hat also selbst Polarität angenommen, und zwar an jedem Ende die entgegengesetzte von der des ursprünglichen Poles, durch welchen diese Polarität erzeugt worden ist. Einige Physiker 3 haben behauptet, dass die an den ursprünglichen Polen statt findende Gasentbindung reichlicher sey, als die an den abgeleiteten ' Polen, und dass nur die an den ersteren und an den letzteren auf einander bezogenen Gase in dem Verhaltnisse, in welchem sie Wasser bilden, gegen einander stehen, nicht aber die Mengen, die in jeder Röhre entbunden werden. Indess habe ich mich durch verschiedene Versuche vom Gegentheile überzeugt. Stets fand ich die Menge des Gases am abgeleiteten Pole d des Drahtes c der Menge des Gases am Polardrahte a entsprechend

¹ G. VI. 367.

² Voigt's Magazin II. 490.

³ Nordisches Archiv von Pfaff und Scheel II. Bd. 2, St, S. 38. and Ritter's phys. chem. Abh. II. Bd. 310 ff.

und eben so auf der entgegengesetzten Seite: aber allerdings kann das ganze Quantum des entbundenen Gases in den beiden Röhren sehr verschieden ausfallen nach Verschiedenheit der besondern Verhältnisse, die die Stärke der Wasserzersetzung in jeder Röhre bestimmen. Es lassen sich auf diese Weise eine Reihe von Röhren mit einander verbinden und der Proceis läßt sich verdreifachen, vervierfachen u.s. w. Die chemischen Pole sind hierbei stets nach dem gleichen Gesetze vertheilt, dass nämlich ein positiver oder Oxygenpol mit einem negativen oder Hydrogenpole abwechselt und jeder Draht, der mit seinen Enden zwei auf einander folgende Röhren verbindet, die entgegengesetzten Pole an diesen beiden Enden zeigt. Hurn 1 hat diese Versuche sehr ins Große getrieben, indem er dazu zwei 21 Z. lange und 1 Z. weite Glasröhren anwendete, durch deren Kürke Messingdrähte 2 Z. tief in das Wasser reichten. Es wurde der Anfang mit einer Röhre gemacht, dann aber eine Röhre nach der andern mit in den Kreis aufgenommen. Stets zeigte sich bei jeder an dem Ende des einen Drahtes Oxydirung, an dam des andern Gasentwickelung; jedoch wurde diese immer schwächer, in dem Verhältnisse, in welchem der Schließungskreis an Ausdehnung zunahm. Nachdem die 6 letzten Rühren eingehakt waren, war gleich nach Schliefsung der Kette in keiner der Röhren eine galvanische Wirkung zu bemerken, aber nach Verlauf einer halben Stunde zeigte sich an den einen Drühten der innern Zwischenröhren der Anfang von Oxydation, welcher sichtbar nach und nach zunahm. Diese Oxydation war in den den Enden näher liegenden, Röhren stäcker als in den mittleren; in der mitteleten ward nur die Spitze nach einigen Stunden sichtbar schwarz, und kaum ein kleines Oxydwölkchen in dem angewandten Wasser bemerklich. Hier hatte sich also die chemische Wirkung einer hundertplattigen Säule, deren Silberplatten nur preulsische Viergroschenstücke waren, durch zwei 16 Zoll lange und neun 39 Z, lange, mittelst Messingdrähten mit einander verbundene Wassersäulen erstreckt. Simon machte jede der metallischen Ketten, durch welche die Pole der Säule mit den Glasröhren verbunden wurden, 24 Fuls lang und hakte zwei Röhren, jede mit 40 Z. Abstand der in sie hineinreichenden Drähte, ein. Im Anfange erfolgte keine Veränderung, aber nach

¹ G. X. 43.

2 Minuten Oxydirung und nach 5 Minuten auch mäßige Gasentbindung. Hierauf wurde zwischen jene beiden langen Röhren eine kürzere von 18 Z. Abstand der Drähte eingehakt. Es erfolgte 3 Minuten nach Schließung der Kette langsames feines Lustblasenströmen in der mittleren kürzeren Röhre, in den längeren nichts, aber nach 10 Minuten wurde der Gas erzeugende Draht auch in diesen mit Bläschen überzogen. Oxydirung wurde in allen drei Röhren bemerkt. Diese Versuche liefern gleichfalls den Beweis, daß die Processe an den beiden Drahtenden jeder besondern Röhre zusammen gehören, daß die Stärke derselben von den besondern Bedingungen in jeder abhängt, zugleich zeigen sie aber auch, daß in einem weit ausgedehnten schließenden Bogen die Action von den Polen aus nach der Mitte zu abnimmt.

Eine Polaristrung der Metalldrähte findet selbst dann statt, wenn sie sich in einer und derselben Wassersäule befinden, welche die beiden Polendrähte mit einander verbindet. haben schon oben einen solchen Versuch Enman's anzuführen Gelegenheit gehabt. Derselbe Versuch wurde auch von diesem sianreichen Experimentator abgeändert 1, wobei er das allgemeine Resultat erhielt, dass, wenn gleich diese Metalldrähte an zwei entgegengesetzten Enden elektrisch chemische Polarität nach dem obigen allgemeinen Gesetze der abwechselnden Folge der chemischen Pole zeigen, an ihnen noch außerdem freie E. durch das Elektrometer zu erkennen ist, die jedesmal mit der E. derjenigen Wasserhälfte übereinstimmend ist, in welcher sie sich besiaden, und also mit derjenigen des ihnen am nächsten gelegenen Poles der Sänle selbst.' Hierbei war es nun merkwürdig, dass da, wo die Indifferenz beider Elektrichäten in der Wassersäule hinstel, auch eine Indisferenz der chemischen Polarität bemerklich war, d. h. keine Wasserzersetzung statt fand. Dieses ergab sich auffallend aus folgendem Versuche, welcher auch das Schema der Vertheilung der elektrisch - chemischen Pole an den Verbindungsdrähten deutlich vor Augen legt. Von zwei parallel neben einander gestellten tubulirten Gasapparaten ist der Fig. eine (I) mit den Batteriedrahten A (+E) und B (-E) ver- 135. bunden. Seine beiden Metalldrähte C und D bleiben mit ihren gegen einander gekehrten Spitzen in gleicher Entfernung vom

¹ G. X. 1.

IV. Bd.

Indifferenepungte E und ihre herausragenden Enden biegen sich gegen den zweiten Apparat (II) zurück, und durch seine Tubulirungen e und d in denselben hinein, so dals sick ihre Endspitzen auch hier in gleichen Entfernungen vom Indifferenznuncte e befinden. Bringt man überdies von E zu e einen dritten Mitteldraht an, der aber blos in das Wasser der beiden Flüssigkeiten hineinragt, so wird dieser Draht Ee weder chemische noch elektrische Erscheinungen geben, weil sich seine beiden Spitzen in den beiden Indifferenzregionen der beiden Wassersäulen befinden. Zieht man die Drahtenden C und D oder auch cund d, oder auch die ganzen Drähte Ce und Dd gleich weit zurück, so hleibt an den Spitzen E und e alles todt. weil sie nach wie vor immerfort in der respectiven ludifferenz-Fig. zone sind. Zieht man dagegen D und C zurück, so rückt im 186 ersten Apparate (I) der Wirkungskreis des positiven Pol A vor, und macht E durch Vertheilung negativ. Ebenso rückt im zweiten Apparate (II) die Atmosphäre des negativen Pols d verhältnissmälsig vor und macht e durch Vertheilung positiv. Auch giebt E augenblicklich Wasserstoffgas und e Oxyd, wenn man Ee von einem oxydirbaren Metalle genommen hat. Soll umgekehrt E Oxyd und e Gas geben, so braucht man nur C und D wieder vorzuschieben und c und d zurückzuziehen. Zugleich hört auch der gehörig zurückgezogene Draht C oder D des ersten Apparats auf, die Phanomene der Polarität seiner Länge nach zu zeigen und giebt nur Gas oder Oxyd, so dass in dem Apparate (I) nicht mehr Gas und Oxyd gebende Puncte entstehen, als vorher da waren, und E nun die Stelle desjenigen vertritt, welcher dem zurückgezogenen Drahte abgeht.

Noch verdient hier am Ende eine merkwürdige Beobachtung von Theodor v. Grotthuss i angeführt zu werden, welche über den Vorgang der Polarisirung der Metalldrähte Aufschlaßs giebt. Er fand nämlich, daß ein höchst feiner Riss in der Glasmasse einer Röhre ganz denselben Dienst wie ein Metalldraht leistete, indem an den beiden Enden dieses Risses, welcher zwischen den in die Flüssigkeit getauchten Polardrähten sich befand, indem die letzteren durch diesen Riss eine unvollkommene Communication mit einander hatten, sich elektrisch-chemische Pole zeigten. Dieser Riss die Flüssigkeit nicht

^{1 8.} dessen phys. chem. Forschungen und 8chw. XXVIII. 315.

durch, nur als der galvanische Strom hindurch ging, wurde eine sehr kleine Quantität der Flüssigkeit aus der Röhre hindurch geführt. Diese Polarität des in dem Glasrisse gleichsam fixirten Wassers zeigte sich besonders auffallend, als salpetersaure Silberauslösung in die Röhre und in das Glas, in welchen dieselbe stand, gebracht wurde. Dem negativen Polardrahte gegenüber entwickelte sich an dem Ende des Risses Sauerstoffgas, und am äußern Ende dieses Risses überzog sich die Glassläche mit reducirtem Silber in Form von blätterförmigen Dendriten. selbst bei Anwendung einer Batterie von 100 Zinkkupferplatten von 6 Z. Durchmesser über eine Stunde verstrichen war, ehe diese Wirkungen sich zu zeigen anfingen, so schliesst v. GROTTnuss, dals diese Zeit verstrich, bis sich die Flüssigkeit in den Rifs selbst zwischen die getrennten Glasslächen insinuirte, worauf denn erst die chemisch-polare Wirkung eintrat, abhängig davon, dass die Grundstoffe des Wassers in diesen gleichsam fixirtem Wasserenden nicht die nöthige Beweglichkeit hatten. um die Zersetzung und Wiederzusammensetzung des Wassers seiner Hypothese gemäß durch die ganzen Strecken fortsetzen zu können.

Die Quantität der Wasserzersetzung wird durch man-84. cherlei Umstände bestimmt, die theils in der Beschaffenheit der Volta'schen Säule selbst, theils in den mannigfaltigen Bestimmungen, welche die Gasentbindungsröhre zuläßt, und in ihren möglichen Combinationen mit einander gelegen sind. Ohne auf die mannigfaltigen Abanderungen in der Constructionsart des Volta'schen Apparats hier einzugehen, bei denen Wohlfeilheit der Anschaffung und Bequemlichkeit des Gebrauchs ein vorziigliches Augenmerk mit gewesen sind, können doch hier, wo von der Säule in ihrer einfachsten Gestalt die Rede ist, alle wesentliche Momente eines jeden Apparates, auf welche sich sämmtliche, hierbei einen Einfluß äußernde Abanderungen desselben, zwrückführen lassen, nämlich Zahl der Schichtungen, Größe der Oberfläche der einzelnen Schichtungen und Beschuffenheit des feuchten Leiters in Betracht gezogen werden. Es kommt bei Bestimmung dieses Einflusses so wie überhaupt desjenigen aller übrigen Umstände vorzüglich auf die Anwendung eines bequemen und genauen Instruments an, um die Menga des entbundenen Gases innerhalb einer gegebenen Zeit und die kleinsten Unterschiede hierin mit der erforderlichen Schärfe bestimmen zu

können. Schon die oben (Nr. 80) beschriebenen Vorrichtungen Simon's und Endmann's können dazu dienen. Simon hat noch außerdem einen bequemen Apparat in Vorschlag gebracht¹, wo-

von das Wesentliche darin besteht, dass das entwickelte Gas die Flüssigkeit in einer etwa halb damit gefüllten Kugel aus der Stelle treibt und in einer damit verbundenen engen Röhre steigen macht, wo denn die verschiedenen Höhen, die die Flüssigkeit in gleichen Zeiten erreicht, die Mengen des in dieser Zeit entwickelten Gases messen und wenige Minuten für jeden Versuch einen schon sehr auffallenden Ausschlag geben. CHAUX bediente sich einer ähnlichen Vorrichtung 2. Behrens 3 hat gleichfalls ein solches Instrument beschrieben und Elektrodymiameter genannt, das aber bei dem Gebrauche unbequem ist. BISCHOFF bediente sich eines Apparats, durch welchen nach der Lange der Zeit, die erforderlich war, um eine gleiche Menge Gas zu erhalten, die Wirksamkeit der Volta'schen Säule gemessen wurde, und in der That scheint diese Art der Vorrichtung noch eine größere Genauigkeit zuzulassen, als diejenigen, welche sich der in gleichen Zeiten erhaltenen Menge des Gases als eines solchen Malses bedienen. Es kam hierbei nur darauf an, die Vorrichtung so zu treffen, dass sich in jedem Versuche ganz genau dieselbe Gasquantität entwickelte, und daß man ein ganz untrügliches Kennzeichen hatte, sobald die constante Gasquantität entwickelt worden war. Dauerte die Gasentwickelung im Durchschnitt eine halbe Stunde, so liess sich, da vermittelst einer Secundenuhr die Zeit bis auf eine Secunde genau bestimmt werden konnte, bis auf 1800, und selbst bei einer Dauer des Versuchs von nur 5 Minuten doch noch bis auf 3 du Gran die auf gleiche Zeiten reducirte Gasmenge messen. Die von ihm gebrauchte Vor-Fig. richtung bestand in einer heberförmigen Gasröhre. In das zu137. geschmolzene Ende bei c wurde ein Platindraht und zur Seite bei d'ein zweiter Platindraht luftdicht eingeschmolzen. Diese Röhre wurde mit reinem Wasser ganz angestillt und die Leitangsdrähte der beiden Pole in den obern Platindraht bei c und in den untern bei d eingehängt. Da nun die Wasserzersetzung nur so lange fortdauern konnte, als die Spitze des obern

¹ G. VIII. 29.

² Ebend. XI. 123.

³ Eend. XXIII. 17.

Drahtes sich im Wasser befand, so mulste der Process stets aufhören, wenn der Wasserspiegel bis auf ab herabgesunken war. Befestigte man daher diese Gasröhre in allen Versuchen in lothrechter Richtung, und verhütete man, wenn der Process dem Aufhören ganz nahe war, irgend eine zufällige Erschütterung, wodurch es geschehen konnte, dess der durch Adhäsion des Wassers an der Spitze des obern Platindrahts sich bildende kleine Wasserkegel einmal früher, das anderemal später zerfloß, so musste die sich entwickelnde Gasmenge in allen Versuchen vollkommen genau dieselbe seyn. Dabei lehrten die Versuche, dassauch der Augenblick, in welchem die Gasentwicklung aufhörte,: mit großer Genauigkeit bestimmbar war, indem dieselbe jedesmal gleichsam in einem Nu aufhörte, wenn jenes Quantum entwickelt war, so dass man auch nicht um eine halbe Secunde in Ungewissheit war. Nur wenn bei sehr schwachen Apparaten die Gasentwickelung sehr langsam war, und das Gas nur in einzelnen Bläschen aufstieg, konnte eine Ungewissheit in Hinsicht auf den eigentlichen Zeitpunct derselben statt finden, indem, wenn der Process auch schon längst aufgehört hatte, doch noch einige Gasbläschen, die an dem untern Drahte hängen geblieben waren, in die Höhe stiegen; jedoch war diese Ungewissheit dann von geringerem Belange, weil die ganze Zeitdauer auch viel großer war. Dass bei einer fortgesetzten Reihe von Versuchen in Rücksicht auf Abanderung des Barometerstandes und der Temperatur die nothigen Correctionen in Betreff des erhaltenen Gasvolumens nicht außer Acht zu lassen sind, bedarf kanm der Erinnerung.

BISCHOFF selbst stellte mit diesem Apparat in verschiedemen Beziehungen Versuche an. 1. Was den Einfluß der Anzahl der Schichtungen betrifft, von der hier zunächst die Rede
ist, so verglich Bischoff die wasserzersetzende Kraft von 4.
Säulen von 51 Plattenpaaren, die er einzeln in jeder Rücksicht:
so vollkommen gleich wie möglich aufbauete, und theils jede
einzeln, theils zu 2 zu 3 und zu 4 mit einander verbunden;
prüfte. Als Mittel sehr vieler Versuche erhielt er folgende Zahlen als die Werthe der wasserzersetzenden Kraft dieser 4 Säulen:

Säule vo	n Säule	von Säule	von Säule v	70 n
51 Plattenpe	aren 102	2 153	203	
37	6	2 83	100	

Die Differenzen dieser Zehlen sind 25, 21, 47, und die zwei-

ten Differenzen 4, 4. Da nun diese letzteren constant sind, so bildet jone, Zahlenreihe eine arithmetische Reihe der zweiten Ordnung und die folgenden Glieder dieser Reihe würden seyn: 100+13; 100+13+9; 100+13+9+5; 100+13+9+5+1; 100+13+9+5+1-3 a. s. w., oder 113; 122; 127; 128; 125; worans demnach folgen würde, dass die wasserzersetzende Kraft auf einem gewissen Puncte der Vervielfältigung ihr Maximum erreichen und weiterhin wieder abnehmen müste, ein Maximum, welches nach diesen Versuchen schon sine Säule von 408 Plattempaaren an der angegebenen Art erreicht haben würde, so dass eine Säule von 459 Plattenpaaren (aus 9 jeder Elementarsäulen zusammengesetzt) schon schwächer BISCHOFF hat indess dieses auffallende Resultat wirken würde. durch Versuche nicht weiter bestätigt, wir werden aber weiter unten Erfahrungen RITTER's mittheilen, welche gleichfalls hierfür zu sprechen scheinen.

GAY-Lüssac und Thénard wollen das Gesetz gefunden haben, dass das Quantum der Gasentwickelung den Cubikwurzeln aus der Anzahl der Platten ziemlich proportional sey; dieses Gesetz ist aber in offenbarem Widerspruche mit den Resultaten der Versuche Bischoff's, denn berechnet man danach die wassersersetzende Kraft für obige Säulen, so kommen folgende Zahlen heraus; 37; 47; 53; 59. Dieser auffallende Widersprach erklärt sich vorzüglich daraus, dass die von den franzosischen Physikern angewandten, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten, Trog-Apparate an Wirksamkeit außerordentlich schnell abnehmen, und eben daher nicht wohl vergleichbere Resultate iefern konnten. Die von H. Davy erhaltenen Resultate weichen von denen der französischen Physiker noch auffallender ab, indem er die Gasmengen in einem zunehmenden Verhältnisse mit der Zahl der Schichtungen, und einem Versuche zufolge nahe zu im quadratischen Verhältnisse der Anzahl derselben fand?. Da man diese Abweichungen nicht blofs von zufälligen Umständen, die etwa nicht gehörig beachtet wurden, ableiten kann, so muss man annehmen, dass bei verschiedenen Apparaten, wie sie von diesen verschiedenen Beobachtern gebraucht wurden, wo nämlich theile die Größe der Oberstäche,

¹ Recherches physico-chimiques, übers. in G. XXXVIII. 144.

² G. VIII. 187.

theils die Beschaffenheit des feuchten Zwischenleiters, theils die ganze Construction des Apparets eine verschiedene war, indem GAY-LUSSAC und THENARD einen Trogapparat, DAVY einen Zellenapparat und Bischoff eine gewöhnliche Säule anwendeten, so wie auch für verschiedene Beschaffenheit der Gasrohre nach ihrer Weite, der Entfernung der Polardrähte von einander, das Gesetz, nach welchem die Zunahme der Wirksamkeit mit der Zahl der Plattenpaare veränderlich ist, ein verschiedenes seyn möchte. 2. Der zweite Factor, der auf das Quantum der Wasserzersezzung seinen Einflus außert, ist die Größe der Oberfläche der Plattenpaare. GAY-LUSSAC und THÉNARD nahmen zwei Volta'sche Batterien von 20 Plattenpaaren, deren Obersläche sich zu einander verhielten, wie 1:19, 72. Die Zellen ihres Trog-Apparats wurden mit einer Flüssigkeit gefüllt, die auf 40 Mass Wasser 1 Mass Salpetersäure enthielt, die Flüssigkeit des Gasentbindungsapparats enthielt auf 3 Mass Wasser 1 Mass Saure. Nach gehöriger Berücksichtigung des größern Inhalts der Zellen des großplattigen Apparats relativ gegen die größere Obersläche, und da die Beobachter in einer andern Reihe von Versuchen gefunden hatten, dass die Wirksamkeit einer Säule unter übrigens gleichen Umständen der Menge der Saure proportional ist, mittelst welcher sie in Wirksamkeit gesetzt wird, so fanden sie, dass die Menge der Gasentbindung genau der Oberfläche proportional sey. Dass indess dieses Verhaltnis nicht als ein ganz allgemein gültiges anzunehmen sey, lässt sich zum voraus erwarten, da es wesentlich darauf ankommt, ob auch die andern Factoren, die auf das Quantum der Wasserzersetzung ihren Einfluss außern, in dem richtigen Verhaltnisse zu der jedesmaligen Größe der Platten stehen, und ob namentlich das Wasser in der Gasröhre in seiner Capacität für die Aufnahme der durch die Grösse der Oberstäche nachstehenden Action in demselben Masse sich vergrößern lasse, wie diese letztere wächst. In der That haben auch einige Physiker keine größere Wasserzersetzung durch großplattige wie durch kleinplattige Säulen erhalten, weun diese ihrer Grose nach in einem gewissen Verhältnisse zu dem Durchmesser der Gasröhre und ihren übrigen Bestimmungen standen 1. REINHOLD errichtete 4 Kupfer - Zinksäulen a, b, c, d, jede von 25 Lagen; die Pappscheiben waren mit derselben Kochsalzlösung gleich-

¹ Simon bei G. X. 385.

formig befouchtet, a hatte 24 zöllige, b 1 zöllige Platten, c bestand aus 24 zölligen Zink - und 1 zölligen Kupferplatten, d aus 21 zölligem Kupfer- und 1 zölligen Zinkplatten. Um über die wasserzersetzende Kraft dieser Säulen, wenn sie einzeln oder durch Verbindung ihrer gleichnamigen Pole in binarer, termarer und quaternärer Verbindung angewandt wurden, wodurch sie zu Säulen von wachsender Größe der Oberfläche bei gleichbleibender Anzahl der Schichtungen wurden, wählte er mehrere mit destillirtem Wasser gefüllte Glasröhren, welche an ihren Golddrähten zusammengehängt wurden. Die Golddrähte im Innern der Röhren brachte er in eine solche Weite von einander, dals sie so eben Gas zu geben aufhörten. Mit diesem Apparate prüfte er jede einzelne Säule sowohl, als ihre oben angegebenen Verbindungen, indem durch ihn die Kette geschlossen wurde. Nie war ein Unterschied bemerkbar; wo einmal Action erschien, erschien sie immer, wo sie einmal fehlte, fehlte sie allen. Ganz anders würde der Erfolg ausgefallen seyn, wenn REINHOLD in die Entbindungröhre eine besser leitende Flüssigkeit gebracht, und überhaupt das Leitungsvermögen der Gasröhre durch Erweiterung derselben, Annäherung der Drähte an einander u. dgl. der größeren Quantität von E., welche die Vereinigung der Säulen geben mulste, angepalst hätte. So fand DAVY zwar auch, dals zwei Apparate von gleicher Anzahl von Schichtungen (20). wovon der eine aber aus Platten von nur 5 Z. Durchmesser bestand, der andere aber ein Trogapparat war, dessen Platten 13 Z. Seite hatten, und die Zellen mit verdünnter Salpetersaure gefüllt waren, in reinem Wasser fast gleichviel Gas gaben, dagegen der letztere Apparat in Schweselsäure, Salpetersäure und verschiedenen Salzauflösungen viel schneller und in größerer Menge Gas entwickelte, als der erstere.

3) Dass drittens vorzüglich die Beschaffenheit des seuchten Zwischenleiters den größten Einslus auf die Wirksamkeit der Säule in der Wasserzersetzung haben werde, läst sich nach den Resultaten der Versuche mit der einsachen Kette erwarten. Die wichtigsten Ersahrungen hierüber verdanken wir H. Davy, GAY-Lüssac und Thenard nebst van Marum und Praff. Davy glaubte aus seinen mannigsaltigen Versuchen den Schlusziehen zu können, dass die slüssigen Stoffe, welche die unvollkommenen Metalle am schnellsten oxydiren, und zugleich den sich entbindenden Wasserstoff condensiren, den galvanischen

Metallbattmien die größte Energie sowohl in Ansehung der Wasserzetzung, als auch in Hervorbringung anderer von ihnen abhängiger Wirkungen ertheilten. Salpetersäure, Königswasser und oxydirte Salzsäure zeigten sich ihm am wirksamsten, denn die Metallanslösungen in Säuren, in denen die Metalle am meisten oxydirt sind, die Salzsäure, Schwefelsäure und die Neu-, tralsalze aus diesen Säuren und aus Salpetersäure; am schwächsten wirkt bloßes Wasser 1. Ein Zellenapparat von 20 Silberand Zinkplatten, dessen Zellen mit concentrirter Schwefelsäure. von 1900 spec, Gewicht gefüllt waren, zeigte so gut wie gar keine Wirkung weder in der Gasröhre, noch auf den mensch-, lichen Körper, einen geringen kaustischen Geschmack ausgemommen; wurde aber ein Tropfen Wasser in jede Zelle gebracht, so zeigte sich sogleich Wasserzersetzung in der Gasnöhre 2. Liquider Schweselstrontian als feuchter. Zwischenleiter einer Zinksilbersäule von 25 Lagen gab nicht die mindeste Wirkung; kaum waren aber die Seiten der Säule mit ein wenig. Salpetersäure befeuchtet, so gab sie so starke Schläge und Wasserzersetzung wie eine gewöhnliche Säule. VAN MARUM und PFAFF fanden hei Zink-Kupfersäulen kalte Salmiakaufläsung vorzüglich wirksam, und sogar 4mal stärker als Kochsalzauflösung in Schmelzung von Eisendrähten. Ja, sie fanden diese, Salmiakauflüsung sogar wirksamer als verdünnte sowohl wie concentrirte Salpetersäure 3, eine sehr auffallende Abweichung von Davy's Resultaten, die sich aus der Verschiedenheit der angewandten Apparate erklären lälst, indem in Davx's Versuchen die Flüssigkeiten rein wirken konnten, während sie in jenen Versuchen zur Beseuchtung von Pappscheiben gebraucht wurden, welche zersetzend auf die Salpetersäure wirken mußten. Ammoniakslüssigkeit fanden sie viel unwirksamer als Salmiakauflösung; dagegen eine concentrirte Auflösung von Kali außerordentlich wirksam mit der Zink- und Kupfersäule, und viel wirksamer als schwefelsaures Kali 4. GAY-Lüssac und TRÉNRAD wandten zu ihren Versuchen einen Zellenapparat mit Zink-Kupferplatten an. Sie fanden die Wasserzersetzung der

¹ G. VIII. \$11.

² Ebend. VIII. 11.

⁸ X. 149.

⁴ a. a. O. S. 157.

Stärke der angewandten Salpetersäure ziemlich genau proportional von einer Verdünnung der käuflichen Salpetersäure mit ihren 79fachen Volumen Wasser bis zu derjenigen mit dem '9fachen Volumen; die Wirkung der verdünnten Schwefelsäure fanden sie durch Auflösung von Kochsalz in derselben in einem viel höheren Maße verstärkt, als nach der Wirksamkeit einer Auflösung der gleichen Menge Kochselz erwartet werden konnte, was jedoch nicht unerwartet ist, da die durch die Schwefelsäure euthundene Salzsäure hierbei zur Thätigkeit kam 1.

- 4: Den größten Einstuß auf das Quantum der Wasserzersetzung äußert endlich die Gasröhre selbst nach den mannichfaltigen Abänderungen, welche die an ihr in Betrachtung kommenden Verhältnisse zulassen, sowohl an und für sich als relativ gegen die in Anwendung gebrachten galvanischen Apparate
 betrachtet.
- a. Das erste Moment ist die Entfernung der Polardrahte von einander. Im Allgemeinen nimmt die Gasentwickelung in demselben Verhältnisse zu, in welchem die Entsernung der Drähte abnimmt. Dieses fanden schon in den ersten Versuchen mit der Saule Carlisle und Nicholson 2, und bestätigten später viele andere Physiker, wie Bucholz 3, Erman 4, MARECHAUX 5, Bischoff 6 u. A. Rrtten 7 behauptet, dass die Gasentwickelung in dem einfachen directen Verhältnisse der beiden Drähte von einander abnehme, und gründet auch darauf eine sinnreiche Methode, das verschiedene Leitungsvermetgen der Flüssigkeiten durch das Verhältniss der nöthigen Entfernungen der Drähte in denselben, wenn in einer damit verbundenen zweiten Gasrohre eine immer gleiche Gasentbindung statt findet, zu bestimmen. MARECHAUX erhielt in verschiedenen Entfernungen der Drähte von einander bei übrigens sonst gleichen Umständen und jedesmaliger Anwendung von Brun-

G. XXXVIII. 131.

E Ebsad. VI. 850.

³ Ebend. IX. 440.

⁴ Ebend. X. 210.

⁵ Ebend. XI. 125.

⁶ Kastner's Arch. IV. 63.

⁷ G. IX. 308.

⁸ Ebend. XI. 13.

menwasser - Gasmengen, die durch folgende Zahlen angezeigt werden:

Entfernungen beider Spitzen 8"; 8"; 3"; 1"; Gasmengen 16; 21; 23; 23.

Man sieht hieraus, dass es eine gewisee Nähe der Drähte giebt, bei welcher dus Quantum der Gasembindung sein Maximum erreicht. Diese Entfernung wird nach Verschiedenheit der Säulen selbst und den anderweitigen Verschiedenheiten, deren der Entbindungsapparat fähig ist, namentlich ob reines Wasser, oder mit Salzen, Säuren u. s. w. versetztes in die Gasrohre gebracht wird, zwar sehr verschieden ausfallen, aber dieses Maximum wird sedesmal dann eintreten, wenn die Drähte einander so nahe gebracht sind; dass unter den obwaltenden Umstünden der Zwischemmum der Flüssigkeit zwischen den Drähten eben so vollkommen leitet, als die Säule selbst, und folglich in jedem Au-i genblicke alles verbraucht wird, was die Saule zuführen kann. Die Entfernung, bei welcher die Drähte aufhören noch Gas zu geben, hängt gleichfalls von diesen anderweitigen Umständen, besonders aber von der Wirksunkeit der Säule ab. Erman 1,: als er zwei Röhren von beträchtlicher Länge, in welche Platindrühte reichten, durch eine mit Wasser gefüllte heberformige! Röhre verband, erhielt durch eine Säule von 100 Plattenpaaren Zink und Kupfer noch Gasentbindung an beiden Drähten, ohngeachtet ihre Enden um 18 Fuls von einander entfernt waren. Sind mehrere Glastohren in einer Reihe mit einander verbunden, so ist die Gasentbindung in jeder einzelnen Röhre jedesmal schwacher, als sie bei gleicher Entfernung der Drähte ist, wenn diese Röhre für sich allein den schließenden Bogen bildete; die einzelnen Entfernungen vermindern also gleichsam durch Addition zu einander das Quantum der Wasserzersetzung, doch ohne dals bis jetzt über das Verhaltnils, in welchem dieses geschieht, genauer messende Versuche angestellt waren. Bei gleicher Entfernung der Drähte von einander scheint nach den oben von HUTH angeführten Versuchen die Wasserzersetzung zugleich in dem Verhältnisse abzunehmen, in welchem die Entfernung derselben von den Polardräthen größer ist.

b. Die Beschaffenheit der Drühte selbst äufsert einen sehr auffallenden Einfluss auf die Stürke des Processes. Mans-

¹ G. VIII. 206.

QHAUK, indem er für den Hydrogenhol stets Messingdraht beibehielt, und blos den Oxygendraht wechselte, erhielt folgende Resultate, wo die Grade die Verhähmisse der in gleichen Zeiten erhaltenen Mengen von Wasserstoffgas anzeigen.

Oxygendi	raht.
----------	-------

		• •	Oxygenu	LAUC		
G	fold mit	etwas	Kupfer versets	zŧ	1	24°
11.			Holzkohle			4
4	Vasserb	lei (w	ahrscheinlich al	ber Graphit)		7—
	Ganz	z feine	s Silber			10
			Messing	• •		9
,			Stahl	•		11
			Zink	٠,		20

Das der Zersetzung unterworfene Wasser war Brunnenwasser.

Man sieht hieraus, dals um so mehr Wasser zersetzt wird, je näher die das Oxygen gebenden Drahte in der Spannungsreihe dem positiven Ende zu liegen, oder je oxydabler sie selbst sind. Kin gleiches Resultat erhielt auch RITTER, welchem zufolge. um das Maximum von Zersetzung zu erhalten, der für den Oxygenpol bestimmte Draht so oxydirbar, wie meglich, und der für den Hydrogenpol bestimmte Drath so unoxydirbar wie möglich seyn soll 1. Er fand in seinem ersten Versuchen die Gasentbindung am stärksten, als er zwei Zinkdrähte, und am schwächsten, als er zwei Stjicke krystallisirtes Graubraunsteinerz als Zuleiter anwandte. Auch Schweisern beobachtete den günstigen Einfluss eines mehr oxydirbaren Metalls als Zuleiters vom positiven Pole aus auf das Quantum der Wassersersetzung 3.

c. Auch die relative Größe der Oberflöche, mit welcher die Drähte mit dem Wasser in der Entbindungsröhre im Berührung kommen, außertihren Einfluß, GAN-Lüssac und TRENARD ließen die Platindrähte von den beiden Polen eines Zellen-Apparats aus in einen Trichter gehen. Die Flüssigkeit in demselben bestand aus 1 Mals starker Salpetersaure und 3 Mals Wasser. Bei einer Länge der Platindrähte von 8 Centimetern betrug die Menge 149 Mass im Mittel, bei 4 Centimetern 156 Mass, bei einer Verkürzung auf 2 Centimeter nahm die Wirkung so merklich ab, dass das Mittel aus 5 Versuchen nur 65 Mass betrug.

¹ Voigt's Magazin II. 870. Gehl. Journal IV. 622. Das el. System der Körper 8. 171.

² Gehl. IX. 819.

aber der Flüssigkeit im Trichter mehr Stare beigemischt und dadurch ihr Leitungsvermögen erhöht wurde, betrug die Gasmenge sogar 180 Mass, sämmtlich in demselben Zeitraume von 20 Minuten. Hierher gehört auch ein interessanzer Versuch von DESORMES 1. Als dieser von zwei ganz übereinstimmenden galvanischen Apparaten die Endplatten durch oxydirbare Drähte mit einem Wassergefülse so verbunden hatte, das er das sieh entwickelnde Gas auffangen konnte, und dass von den Drähten der negativen Pole gleiche Stücke, dagegen von dem einen der Drähte des positiven Pols 6 mal so viel als von dem andern eingetaucht war, so hatten beide nach 20 Stunden gleichviel Gas entwickelt. Dasselbe war auch der Fall, als beide Drähte vom positiven Pole gleichweit in das Wasser tauchten, dagegen von dem einen der Drahte des negativen Pols ein 6 mal großeres Stück als von dem andern, sich unter dem Wasser befand. Man sieht also, dass in dem Verhältnisse, in welchem wenigere Puncte mit dem Wasser in Berührung kommen, die Intensität, mit welcher jeder Punct auf das Wasser wirkt, und dasselbe zersetzt. in gleichem Verhältnisse zunimmt. Auch erklärt sich hieraus tiberhaupt die so auffallende Gasentwickelung an den Polardrähten, verglichen mit derjenigen an den einzelnen Platten der Säule, an denen doch in dem feuchten Zwischenleiter ganz derselbe Proceis, sowohl der Qualität als Quantität nach, statt findet, wo aber in jedem einzelnen Puncte der Process um so schwächer wird, je größer die Berährungsfläche des feuchten Leiters mit den Platten selbst ist.

d. Auch die Dauer der Anwendung derselben Drähte änfsert ihren Einflus nach Ritter's Erfahrungen. Der Gasstrom
erscheint um so schneller (ob auch um so reichlicher, ist nicht
von ihm bemerkt), je öfter man dieselbe Gasröhre mit denselben
mit kurzer Unterbrechung gebraucht hat, doch verliert sich dieser Einflus wieder, wenn man mit einer neuen Schließung der
Säule durch die Gasröhre lange genug verzieht. Der Einflus des
Gewesenseyns der Drähte in der Kette zeigt sich aber gerade entgegengesetzt, so wie man beim zweiten Einbringen der Drähte
in die Kette die Röhre, und damit die Drähte, umkehrt, so
daß der Draht, welcher vorher Hydrogen gab, hernach Oxygen
geben muß, welches so weit gehen kann, daß wenn die Röhre

¹ G. IX. 24.

beim ersten Seyn in den Kette, also in der einen Richtung, den Hydrogenetrom nach 8 Secunden gab, beim zweiten Hineinbringen, oder bei der entgegengesetzten Richtung der Röhre, 12 ja 16 Secunden verstreichen, bis die Gasentwickelung anfängt.

Mancherlei Beimischungen zum Wasser haben ganz unabhängig von dem, was sie durch ihre eigene Zersetzung zur Modification des chemischen Processes beitragen, einen wesentlichen Einflus auf die Stärke der Wasserzersetzung. Hierüber haben besonders GAY-LUSSAC und THÉMARD mit dem oben angeführten Apparate Versuche angestellt, durch welche sie zugleich das richtige Mass des Leitungsvermögens verschiedener Flüssigkeiten erhalten zu haben glaubten. Waren verdünnte Salpetersäure, Schwefel- oder Salzsäure in dem Trichter, so entwickelte sich ungefähr 4 mal so viel Gas, als wenn sich etwas koblensaurer Kalk enthaltendes Wasser darin befand. Wenn verdünste Salpetersäure im Trichter 827 Masstheile Gas gab, so gab Natronlange in einem solchen Verhältnisse verdünnt, dels sie eine gleiche Menge jener Salpetersäure gerade sättigen konnte, nur 510 Maistheile, und salpetersaures Natron, aus jonen beiden Flüssigkeiten zusammengesetzt, gab nur 228 Maletheile. Als sie eine Auflösung von schwefelsaurem Natron in verschiedenem Verdünnungszustande in den Trichter brachten, zeigte sich zwar um so stärkere Gasentwickelung, je concentrirter die Lösung war; aber es fand kein genaues Verhältnis zwischen Concentration und Gasmenge statt 1. Indels wird der Einfluss einer solchen Beimischung auf das Quantum der Wasserzersezzung wesentlich mit durch die jedesmalige Beschaffenheit des Volta'schen Apparats selbst bestimmt, und kann nach Verschiedenheit desselben gerade entgegengesetzte Wirkungen außern. RITTER 2 stellt als Resultat seiner Versuche den allgemeinen Satz auf, dass wenn die Action der Saule, oder was immer für eines elektromotorischen Apparats bei starker Spannung von nicht sonderlicher und nicht lange anhaltender Succession sey, schlechter leitende Flüssigkeiten in der Gasröhre bessere Dienste leisten, als gutleitende, während bei schwacher Spannung, aber reicher und lange anhaltender Succession der Action besser leitende Flüs-

¹ G. XXXVIII. 131.

² Gehl. J. IV. 622.

sigkeiten größere Producte, also ein größeres Quantum von Wasserzersetzung geben. So sey bei einer Sänle von vielen, Lagen, mit Wasser aufgebaut, die Wasserzensetsung eben so stark und fast stärker, wenn sich in der Gestöhre reines Wasser, als wenn sich Salmiakauflösung darin befinde, während bei einer Säule von wenigen Lagen, aber mit Salmiak aufgebaut, die Wasserzersetzung sehr befördert werde, wenn man in dem Wasser Salmiak auflöse oder ihm eine Säure beimische. Dass die Art, wie die im Wasser aufgelöste Materia, oder die demselben beigemischse Flüssigkeit, in den Zersetzungsprocels mit eingreift. die Menge des Gases in gewissen Fällen vermehren, in andern vermindern kann, ohne dass darum der Process an und für sich an Lebhaftigkeit verschieden ware, und daß man eben darum aus der Menge des entwickelten Gases so wenig auf die Stärke des Leitungsvermögens der verschiedenen Flüssigkeiten, die sich in der Gesröhre befinden, als auf die comparative Wirksamkeit der Säule einen Schluss machen könne, ergab sich schon aus H. Davy's früheren Versuchen 1. Er fand, dass nach der Schnelligkeit zu urtheilen, mit welcher sich Gas in verschiedenen Flüssigkeiten, womit die Gasröhre gefüllt war, entwickelte, und nach der Menge desselben Kalilauge besser leitete als Wasser, dieses besser als liquides Ammoniak, und dals die drei Mineralsäuren sich als die schlechtesten flüssigen Leiter bewiesen.

Noch auffallender sind die Resultate von FÖRSTEMANN'S Versuchen, welcher verschiedene Flüssigkeiten nach der Menge des Gases, welches sie in gleicher Zeit unter der Einwirkung einer Zinkkupfersäule von 204 Plattenpaaren von etwa 2 Quadratzoll Oberfläche und mit Kochsalzauflösung aufgebauet, in folgender Ordnung auf einander folgend fand:

specif, Gewicht		Gesmengs in gleiche		r Zeit
Essig	1,024		1,200	• , '
Wasser	1,000		1,000	,
Ammoniak	0,936		0,912	
Kalilauge	1,172	. (0,885	
Schwefelsäure	1,848		0,779	
Salmiaklösung	1,064		0,722	
Kochsalzlösung	1,166		0,549	
Salzsänre	1.196		0.599	

¹ G. VII. 126:

specif. Gewicht

Gasmenge in gleicher Zeit

Salpetersaure 0.391 1,236 Bleizackerlösung 1,132 0.000 woraus Förstemann den Schlus zieht, dass die elektrochemische Wirkung der Säule in den ziemlich concentrirt angewandten Flüssigkeiten sich hauptsächlich auf die Zersetzung des in dem Wasser enthaltenen Stoffes beschränke, dagegen gar nicht oder nur in geringem Grade auf das Wasser selbst zersetzend wirke, worn noch kommt, dass die aus der Zersetzung des Wassers resultirenden Bestandtheile in einigen dieser Flüssigkeiten, wie insbesondere in der Schwefelsäure, in der Bleizuckeraufiösung zu anderweitigen chemischen Processen wieder verwandt werden, und daher nicht gasförmig erscheinen. Verdünnte FÖRSTEMANN jene Auflösungen von Salzen, die Schwefelsäure u. s. w. mit Wasser, so nahm die Gasentbindung in ihnen zu, doch ohne die Größe wie in reinem Wasser zu erreichen, während die Verdünnung mit Wasser auf die Essigsäure und das Ammoniak einen entgegengesetzten Einflus äusserte, wovon bei dem letzteren, das doch auch zu den Flüssigkeiten gehörte, die

Dass auf die relative Stärke der Gasentwickelung in verschiedenen Flüssigkeiten auch die Beschaffenheit des galvanischen Apparates selbst einen bedeutenden Einsluss äusere, erhellet außer aus den oben angeführten Versuchen Gax-Lüssac's und Thénand's auch aus denen von H. Davx, welcher mit einem äußerst kräftigen Trog-Apparate bei Anwendung von Kohlenstücken als Zuleiter mehr Gas aus der Schwelsäure als aus dem Wasser erhielt.

weniger Gas als reines Wasser gaben, der Grund darin zu suchen seyn möchte, dass der chemische Process in demselben eine andere Form angenommen hatte, indem etwa das Ammoniak

selbst nicht mehr zersetzt werden konnte.

f. Auch die Weite der Entbindungsröhre äußert ihren Einflus. In sehr engen Röhren findet nach Charles Sylvester gar keine merkliche Wasserzersetzung statt ². Nach meinen eigenen Versuchen hat jeder galvanische Apparat eine ihm angemessene Weite der Gasröhre, bei welcher er das Maximum von Wasserzersetzung giebt, und zwar kann die Röhre in dem

¹ G. XII. 357.

² Ebend, XXIII. 271.

Verhältnisse weiter genommen werden, in welchem die Zahl der Schichtungen die Große der Oberfläche der Pletten und die Leitungsfähigkeit des feuchten Zwischenleiters zunehmen.

- 5. Auch die Dauer der Zeit, während welcher eine Volta'sche Säule gewirkt hat, äußert einen beträchtlichen Einfluß auf die Menge des sich entwickelnden Gases. Dieser Einfluß äußert sich indess auf eine sehr verschiedene Weise nach Verschiedenheit der Volta'schen Apparate, wevon noch unter dem Artikel: Saule, Volta'sche, näher die Rede soyn wird. Für eine gewöhnliche Säule aus kleineren (von etwa zwei Quadratzoll) Zink- und Kupferscheiben, deren Tuchscheiben mit Kochsalzlösungen getränkt waren, fand Bischoff die tägliche Abnahme einige Tage nach ihrer Aufbatung etwa 4 der ursprünglichen Stürke, nach der Menge des Gases bestimmt, innerhalb 24 Stunden.
- 6. Merkwärdig, und noch nicht vollkommen erklärt sind diejenigen Schwankungen selcher Säulen in ihrer Wirksamkeit, welche vielleicht mit atmosphärischen Veränderungen zusammenhängen. Dass Veränderungen der Lusttemperatur, auch nur um einige Grade, von Einflus seyn können, fand unter andern Bischoff, und zwar stieg die Wasser zersetzende Krast jedesmal mit Erhöhung der Temperatur und siel mit/Ermiedrigung derselben. Aber auch bei gleichbleibender Lusttemperatur fand Bischoff in einem Falle eine sehr aussallende Verstärkung der Wirksamheit, da ein Gewitter in der Nähe vorbeizog und am folgenden Tag wirkte die Säule viel schwächer, wie wenn sie sich den Abend vorher erschöpst hätte.
- 7. Ein merkwürdiges Resultat aus Bischoff's und anderen Versuchen ist, dass es keinen merklichen Einflus auf die Menge der Gasentwickelung hat, ob die Säule volkkommen isolirt ist und die Verbindung der beiden Pole bloss durch die Gastentbindungsröhre geschieht, oder ob der eine oder andere Pole zugleich ableitend berührt werden. Ja sulbst eine Ableitung beider Pole hat keine merkliche Verminderung zur Folge. Bischoff hatte zwei Säulen so neben einander errichtet, dass, indem die unteren oder oberen Enden mit einander durch einen Metall-

¹ Kastner's Archiv IV. 60.

² Ebend, 38. 39.

⁸ a. a. 0. 8. 50.

IV. Bd.

streisen verbunden wurden, eine einzelne zweischenkliche Säule dadurch entstand, deren beide Pole in dem ersten Falle nach oben, in dem zweiten nach unten sich befanden. Ohngeachtet nun wegen der unvollkommenen Isolirung der untern Enden in diesem zweiten Falle die Pole selbst keine Spur einer freien el. Spannung zeigten, während in dem ersten Falle die volle Intensität der Spannung da war, so war doch die Gasentwickelung gleich stark, ob die Gasröhre zwischen den beiden untern Polen die Verbindung machte, oder ob sie zwischen den beiden obern Polen eingehängt war.

8. Endlich verdient noch bemerkt zu werden, das in hermetisch verschlossenen Gasröhren, in welchen das entbundene Gas nicht entweichen kann, wenn man z. B. die Röhre um die Golddrähte zuschmilzt, zwar eine ganz kurze Zeit einige Gasentbindung statt findet, die aber sehr bald aufhört, wenn das entwickelte Gas einen Druck auf die Flüssigkeit ausübt¹. Wenn Voiot unter dem Drucke von 8 Atmosphären noch Gasentbindung beobachtet haben will, so lag hier wohl ein Irrthum in der Beobachtung zum Grunde ².

85. n. Beinahe in allen Fällen der Wasserzersetzung durch Polardrähte zeigen sich zugleich mehr oder weniger auffallende Spuren von Säurebildung am positiven und von Alkalibildung am negativen Pole; sie sind gleich vom Anfange an bemerkt worden, und haben eine große Reihe von Versuchen veranlasst; theils um die wahre Natur der Säuren und des Alkalis auszumitteln, theils auch die Entstehungsweise dieser Substanzen aufzuklären. Leitet man nämlich die beiden Polardrähte in Wasser, das durch ein vegetabilisches Pigment, welches durch Säuren und Alkalien verschiedene Farbenveränderungen erleiden kann; gefärbt ist, so zeigen sich an den beiden Drähten die entsprechenden Farbenveränderungen. War z. B. das Wasser dnrch Braunkohlentinctur blau gefärbt, so verändert bei der geschlossenen Säule der positive Polardraht diese Farbe gleich einer Saure in Roth, und der negative Polardraht sie eben so wie Alkali in Grün. Diese Farbenveränderung lässtsich besonders auffallend in einer winkelförmig gebogenen Glasröhre, welche mit einem Braunkohlaufguls gefüllt ist, in deren einen Schenkel der

¹ Simon in G. X, 297. 298.

² Dessen neuestes Magazin II. 555.

positive, in den andern dernegative Polardraht hineinreichen, darstellen. Wechselt man, nachdem in beiden Schenkeln die verschiedenen Färbungen eingetreten sind, die Drähte, so nimmt die geröthete Flüssigkeit bald ihre ursprüngliche blaue Farbe wieder an, und wird dann grün, und die grüne Flüssigkeit geht durch die ursprüngliche blaue Farbe in die rothe über. Gleich bei den ersten Versuchen über die Wasserzersetzung wurden ähnliche Beobachtungen gemacht durch CARLISLE⁴, welcher die Lackmustinctur am positiven Drahte stark roth gefärbt fand, während sie am negativen ihre ursprünglich etwas ins Purpur spielende Farbe in Dunkelblau veränderte; durch CRUICESHANK 2 gleichfalls an der Lackmustinctur, an dem Fernambukaufgufs, der besonders bei Anwendung von Gold - und Platindrähten um den negativen Draht eine so dunkle Purpurfarbe erhielt, wie wenn er durch Ammoniak gefärbt wäre, an dem positiven Drahte seine Farbe fast gänzlich verlor; durch Bockmann 3, durch Desormes am Veilchensafte, welcher am positiven Platindrahte roth, am negativen grün wurde 4; durch ERMAN 6, REINHOLD 6 u. a. m. Dass diese Farbenveränderung nicht etwa von einer Wirkung der aus dem Wasser entbundenen Bestandtheile auf die Pigmente, sondern von der Bildung einer wirklichen Säure und eines Alkalis abhängen, beweist der Umstand, dass wenn man das blosse Wasser in einer winkelförmigen Röhre der Einwirkung der Polardrähte aussetzt, die zu den einzelnen Portionen hinzugestigten Pslanzenpigmente dieselbe Veränderung erleiden. Diese Säure wurde gleich vom Anfange an als Salpetersäure und das Alkali als Ammoniakerkannt von CRUICKSHANK, BOCKMANN, PFAFF, REINHOLD, welcher die Bildung der Salpetersäure und eines Alkalis auch bei der Einwirkung der Säule auf frisch gefallenen und dadurch geschmolzenen Schnee beobachtete. - SI-MON erhielt, als er nach der oben angeführten Weise zwei Röhren durch einen Streifen mageres Rindsleisch verband, am po-

¹ G. VI. 810

² Ebend. 363.

⁸ Ebend. VII. 94.

⁴ Ebend. IX. 28.

⁵ Ebend. X. 15.

⁶ Ebend. 458. Anm.

⁷ Ebend. VII. 510.

sitiven Drahte deutliche Spuren von Salzsäure, doch mit etwas Salpetersäure gemischt, am negativen Drahte von Ammoniak 1, dagegen wollte er bei wiederholtem Galvanisiren des reinen Wassers mit reinen Gold - oder Platindrähten weder eine Spur von Säure noch von Laugensalz erhalten haben; war aber nur eine Spur von animalischer oder vegetabilischer Substanz im Wasser befindlich, so blieb die Säureerzeugung nie aus. kleiner Tropfen der Auflösung des Gummi arabicum, etwas Zucker, ein Stückchen Fleisch waren dazu schon hinreichend. Bei Ahwendung von Silberdrähten war dagegen auch im reinsten Wasser die Säureerzeugung sehr auffallend, und das Silber löste sich auf, welches Simon von der Verwandtschaft des Silberoxyds zur Salpetersäure, die hierbei als eine disponirende wirke, herleitet2. Desormes3 erhielt auch bei Anwendung des reinsten destillirten Wassers vielmehr neben dem Ammoniak deutliche Spuren von Salzsäure. Die Versuche von Bucholz mit einem negativen Resultate erklären sich daraus, dass er bei der Prüfung des Wassers nicht die höchste Sorgfalt anwendete. Später wurde von einem Italiener Pacchianis mit großem Lärmen als eine wichtige Entdeckung verkundigt, dass durch die Einwirkung des galv. Fluidums auf das Wasser gleichzeitig Sazlsäure und Natron gebildet würden, und zwar erstere am positiven Pole durch Desoxydation des Wassers, letzteres am negativen Pole durch Dehydrogenisation desselben, so dass Salzsäure, oxydirte Salzsäure und Wasser nur verschiedene Oxydationsstoffen des Wasserstoffs in der angegebenen Ordnung seyen. das durch Hyperoxydation sich gar in ein Laugensalz (Natron) verwandle. Diese so pomphaft angekiindigte Entdeckung wurde auch bis auf einen gewissen Grad von BRUGNATELLI 6, NAUCHE und Veau - De Launay 7, so wie von Monza 8 und Sylvester 9

¹ G. VIII. 37.

² Ebend. IX. 386.

³ Ebend. IX. 28.

⁴ Ebend. 482.

⁵ Ebend. XXI. 108, 113. XXII. 211, ff. auch Gohl. J. V. 242.

⁶ G. XXIII. 191.

⁷ Ebend. 465. und XXIV. 391.

⁸ Ebend. 394.

⁹ Ebend. XXV. 107,"

bestätigt. Namentlich wollte Baugnatelle bei Anwendung des reinsten destillirten Wassers und bei Ausschließung aller animalischen und vegetabilischen Substanzen mit Golddrähten, Eisendrähten und Graubraunsteinerz als Leitern des positiven Pols deutliche Spuren von Salzsäure erhalten haben, während ihm Drähte von reinem Silber, Kupfer, und Antimon keine Spur von Säure, aber deutliche Anzeigen von Ammoniak, selbst in dem positiv galvanisirten Wasser gaben. In diesen Versuchen waren die Drähte in zwei verschiedene Röhren gesteckt, die unten mit einer Membran verschlossen und in ein Glas mit Wasser gestellt waren. Bei Anwendung von Zinn- und Zinkstreifen, in beiden Röhren, bildete sich in der Röhre des negativen Streifs sehr bald Alkali, das Wasser der positiven Röhre zeigte aber erst nach 12 Stunden schwache alkalische Reaction. Tauchten beide Streifen in dasselhe Wasser, so wurde es stark alkalisch. Man sieht, dass in allen Fällen, wo Metalle angewandt wurden, . die eine starke Anziehung zum Sauerstoff äußern und ihn fixiren, sich keine Salpetersäure mit dem Stickstoff der im Wasser enthaltenen atmosphärischen Luft bilden konnte, während die Alkalibildung nicht gehisdert war, indem letzteres sich später bei der Abnahme der el. Einwirkung durch chemische Anziehung auch in die andere Röhre hinüberziehen konnte. Galvanisiren von essigsaurem Blei, salpetersaurem Silber, und Salpetersäure erhielt BRUGNATELLI keine Spur von Salzsäure.

Schon die früheren Versuche, insbesondere diejenigen von Simon, konnten Aufschluss über die Quelle der Salzsäure in Pacchiani's und Brugnatelli's Versuchen geben, indem in den Zersetzungsversuchen des ersteren das Wasser stets mit animalischen und vegetabilischen Substanzen in Berührung gewesen war; diese Quelle und der Irrthum Pacchiani's, sofern er Salzsäure und Natron von einer Zersetzung des Wassers selbst herleitete, wurden aber noch ferner durch neue Versuche von Riffault', Erman', Biot und Thenard, Ritter 4 und Praff 6 ins Licht gesetzt. Endlich bewies Dayx in seiner classischen Abhandlung

¹ G. XXII. 202.

² Bbend. 220. und in Gehl. N. J. Y. 244.

³ G. XXII. 496.

⁴ Gehl. J. d. Ch. u. Ph. I. 86.

⁵ Ebend. 8. 502, vs. 708.

über die chemischen Wirkungen der galvanischen E. 6 mit aller Strenge, dals Salzsoure und Natron nie anders erscheinen, als wenn sie schon gebildet in den Stoffen oder Gefüsen, deren man sich zur Wasserzersetzung bedient, voraus existiren. Setzte er reines Wasser der Einwirkung der Polardrähte von Platin oder Gold in Gefässen von Gold oder Agath aus, die durch einen Streifen genästen Amianths verbunden waren, so entstand weder Salzsäure noch Natron, er erhielt aber an dem + Pole salpetrige Säure und am negativen Pole ein wenig Ammonlak. Diese beiden Substanzen bilden sich, wie auch von den oben angeführten Physikern, die ihre Bildung erkannt hatten, richtig bestimmt ward, auf Kosten des Stickstoffs der in dem Wasser enthaltenen atmosphärischen Luft; denn wenn sich der ganze Apparat in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas befand und das in den Versuch gebrachte Wasser so vollkommen wie möglich ausgekocht war, so erschien keine von beiden Substanzen. DAVY fand bei Gelegenkeit seiner Versuche, dass in der Substanz der angewandten Gefässe selbst die Quelle zu einer solchen scheinbaren Entstehung von Säure und Laugensalz liegen konne, obgleich die Substanz der Gefässe vom Wasser nicht angegriffen wird, wenn energisch wirkende Volta'sche Apparate angewandt werden. So scheidet sich aus gläsernen mit Wasser gefüllten Gefälsen, wenn die Pole der Säule hineingeleitet werden, das Alkali des Glases am - Pole aus; cararischer Marmor, Thonschiefer, Serpentin, Zeolith u. a. Steine gaben Natron, Lepidolith Kali, glasige Lava vom Aetna Kali, Natron und Kalk, wenn entweder aus diesen Stoffen Gefälse geformt und mit Wasser gefüllt, oder derbe Stücke von ihnen in schicklichen Gefässen in Berührung mit Wasser der Wirkung der Säule ausgesetzt wurden. Aus dem Basalte erhielt Davy auf diese Weise einerseits Salzsäure, andererseits Natron, als er nämlich Löcher in denselben gebohrt, diese mit reinem destillirten Wasser gefüllt und die Verbindung durch einen Amianthstreifen gemacht, und durch Platindrähte die Pole seiner Batterie in das Wasser hineingeleitet hatte.

86. Die Wirksamkeit der Volta'schen Säule wird durch das umgebende Medium mit bestimmt, auf welches sie selbst ihrer

¹ G. XXVIII. 2. u. Gehl. J. d. Ch. u. Ph. V. 2.

Seits eine Rückwirkung ausübt. HALDANE 1 machte zuerst die Beobachtung, dass eine Zink-Silbersäule von 40 Schichtungen, deren Pappscheiben mit blossem Wasser getränkt waren, unter dem Recipienten der Luftpumpe, nachdem das Barometer bis auf 1 Z. herabgesunken war, keine Wasserzersetzung mittelst kupferner Drahte mehr gab, die aber sogleich wieder eintrat, wenn man Luft zuliels. HALDANE, brachte ferner 3 Säulen, jede aus 40 silbernen Kronenthalern, eben so viel Zinkplatten und mit reinem Wasser genässten Scheiben bestehend unter drei Glasglocken, die erste mit atmosphärischer Luft, die zweite mit Sauerstoffgas, und die dritte mit Stickgas gesüllt, an den Enden der Säulen salsen Messingdrähte, mit denen Kupferdrähte verbunden waren, die durch das Sperrwasser der Glocken in die Gasentbindungsröhre gingen. Die Säule unter der mit atmosphärischer Luft gefüllten Glocke gab Oxyd und Gas, doch nicht in solcher Menge wie beim Zutritte der freien Luft; die Säule im Sauerstoffgase, gab das meiste Gas und Oxd, die Säule im Stickgase gab dagegen weder Gas noch Oxyd, und blieb ohne alle merkliche Wirkung. Nach 24 Stunden wurden die Drähte erneuert, sie gaben aber jetzt keine merkliche Wirkung, das Wasser in den Glocken war angestiegen, zum Beweise, dass Luftabsorption statt gefunden hatte.

H. DAYY ² stellte noch genauere Versuche in dieser Hin-, sicht an. Er bediente sich in seinen Versuchen horizontaler Säulen, denen man mit einem Harzkitte an zwei oder drei Stellen längs den Seiten, ohne dadurch die freie Communication der Luft zu unterbrechen, die gehörige Festigkeit gab, damit sie schief gestellt nicht aus einander fielen. Da er sich durch vorläufige Versuche überzeugt hatte, daß eine in Wasser getauchte Säule in der atmosphärischen Luft, sobald man sie herauszieht, ohne abgetrocknet zu werden, wiewohl schwächer alszuvor wirkt, und wiederholtes Eintauchen dann ihre Wirkung nicht weiter vermindert, so brachte er stets Säulen, die in künstlichen Gasarten wirken sollten, durch Wasser, welches das Gassperrte, in den damit gefüllten Recipienten. Mit den Enden der Säulen waren Drähte verbunden, die in eine kleine Röhre voll destillirten Wassers gingen, und die er von außen mit Wachs be-

¹ G. VII. 192. 193.

² Ebend. VIII. 1.

kleidet hatte. Eine kleine Säule aus Zink, Silber und Pappscheiben, welche letztere mit Wasser, das eben gekocht hatte, angefeuchtet waren, wurde unter Wasser gesetzt, das eben gekocht hatte und noch warm war. Um es es vor der Berührung mit der atmosphärischen Luft zu sichern, wurde ein harziger Kitt über das Wasser verbreitet, und an das Glas, nachdem es sich etwas abgekühlt hatte, befestigt. Nach 2 Tagen wurde die Säule aus dem Wasser genommen. Kaum waren die Zinkplatten etwas angegriffen. Im Wasser der mit der Säule verbundenen Röhre hafte sich kein Oxyd abgesetzt und kein Gas entwikkelt. Eine gleiche Säule unter Wasser, welches mit der atmosphärischen Lust in Berührung war, hatte etwas Gas entbunden, und viel weißes Oxyd abgesetzt. Auch waren die Zinkplatten an der außern und innern Seite weiß geworden. Aehnliche Saulen in reinem Wasserstoffgas, Stickgas, oxydirtem Stickgas und Kohlenstoffwasserstoffgas zeigten das Zink nicht stärker oxydirt als in dem ersten Versuche. Wurde die Säule durch das Sperrwasser in eine dieser Gasarten gebracht, so hörte sie nach 5--6 Minuten auf in ihrer Röhre Gas zu entbinden, indem (wie DAVY erklärend hinzufügt) während dieser Zeit sich die atmosphärische Luft verzehrte, die in dem Wasser zwischen den Platten aufgelöst war. Frisches Gas von gleicher Beschaffenheit zugelassen, ertheilte der Säule ihre Wirksamkeit nicht wieder. Tauchte man aber die Säule in Wasser, welches mit atmosphärischer Luft geschwängert war, so stellte sich augenblicklich wieder Gasentbindung in der Röhre ein. Zahlreiche Versuche belehrten Dawy, dass wenn die Lustverdünnung so weit getrieben ward, dass die Barometerprobe nur noch auf 0,6 Z. stand, alle Wirkung der galvanischen Säule aufhörte, auch wenn die Gastöhre sich außerhalb des Recipienten befand. Dass der Grund hiervon in der Fortschaffung alles adhärirenden Sauerstoffs im Wasser durch Auspumpen der in demselben enthaltenen atmosphärischen Luft und der darum nicht weiter möglichen Oxydation des Zinks, welcher durch ganz reines Wasser nicht oxydirt werden kann, liege, schien daraus hervorzugehen, dass eine Säule deren feuchter Leiter Salpetersäure oder verdünnte Schwefelsäure war, in jenem luftverdünnten Raume noch wirksam blieb. Dieser Versuch wurde mit einem Trogapparate von 12 Plattenpaaren angestellt, welcher mit Wasser befeuchtet war, zu welchem in dem einen Falle ein Tropfen Salpetersäure in jede Zelle, in dem

andem ein Tropfen verdünnte Schwefelsäuze gebracht worden war. Durch letztere Batterieen kounte die Wasserzersetzung eine halbe Stunde unterhalten werden. Doch war die Oxydation an dem, mit dem + Pole verbundenen Silberdrahte geringer, als in atmosphärischer Luft. In einer späteren Abhandlung 1 äufsert sich jedoch DAVY weniger kategorisch über die Nothwendigkeit des dem Wasser adhärirenden Sauerstoffgases zur Wirksamkeit der Säule, wenn er sich so ausdrückt. "Ich habe selbst Grand zu glauben, dass reines Wasser, d. i. solches, welches weder Luft noch feste Bestandtheile enthält, in dieser Batterie", (ein Trogapperat aus zwanzig 4 eckigen Platten von Zink und Kupfer von 13" Seite) "gar keine Wirkung hervorbringen würde, wiewohl ich dieses nicht geradehin durch einen directen Versuch darthun konnte." Dagegen wollte er wiederholt gefunden haben, dass eine Säule aus 36 Platten Z. K. von 5 Z. Seite mit reinem Wasser geschichtet im Stickgas und Wasserstoffgas ihre Wirksamkeit in ungefähr 2 Pagen verlor, sie darauf in atmosphärischer Luft wieder erhielt, und im Sauerstoffgase eine noch größere Intensität zeigte. In atmosphärischer Luft wirkte eine Zinksilbersäule, deren Pappscheiben mit Wasser getränkt waren, 2 Tage lang, bis der Sauerstoff dieser Luft fast ganz verzehrt war. Eine von Salpetergas umgebene Saule zersetzte das Wasser langsamer als in atmosphärischer Luft. In gleichem Verhältnisse mit der Wasserzersetzung stand die Oxydation des Zinks. Durch Eintauchen in mit oxydirtem Stickgas geschwängertes Wasser erhielt eine Säule, die ihre Wirksamkeit in mephitischen Gasarten verloren hatte, dieselbe nicht wieder, dagegen vollkommen, wenn sie in verdünnte Salzsäure getaucht wurde, und sogar verstärkt durch augenblickliches Eintaucken in verdünnte Salpetersaure, behielt sie aber nur eine kurze Zeit. Unter Terpentingeist, der die atmosphärische Luft begierig verschluckt und den Scheiben zuführen kann, bleibt die Säule lange Zeit hindurch und fast eben so stark, als in atmosphärischer Lust, wirksam. Auch Bückmann 2 fand, dass die Gaszersetzung durch eine Zink - Silber - Säule, deren Tuchscheiben bloss mit Wasser getränkt waren, im Stickgase und Wasserstoffgase nach kurzer Zeit merklich abnahm, doch ohne ganz aufzuhören, während

¹ G. XII. 354.

² Ebend. XI. 189.

sie im Sauerstoffgase verstärkt wurde; zugleich beobachtete er die Absorption des Sauerstoffs. VAN MARUM und PFAFF 1 fanden im luftverdünnten Raume, wo die Barometerprobe nur auf 5 Lin. stand, eine Zink-Kupfer-Säule von 60 Schichtungen, deren Pappscheiben mit Salmiakauslösung getränkt waren, in keiner ihrer Wirkungen, namentlich auch nicht in der Wasserzersetzung geschwächt; auch nachdem sie eine Stunde sich darin befunden hatte. Sie zeigte gleichfalls unverändert ihre ursprüngliche Spannung. Als darauf Kohlenwasserstoffgas in den leeren Raum gelassen wurde, zeigte sich die Säule immer noch unverandert in ihrer Wirkung, eben so wie im Stickgase. Im Sauerstoffgase waren die Erschütterungen viel stärker und die Funken in demselben hervorgelockt größer und lebhafter, und als demnächst der luftverdünnte Raum wieder hergestellt wurde, schien die Wirksamkeit der Säule in demselben bedeutend geschwächt. und eine Wiederholung dieses Versuches durch neues Zulassen von Sauerstoffgas und abermaliges Auspumpen zeigte denselben Erfolg. Der scheinbare Widerspruch zwischen diesen und Davy's Versuchen ist zum Theil daraus erklärlich, dass dieser reines Wasser, jener Salmiakauflösung als feuchten Zwischenleiter gebrauchten. Bior und Fn. Covien beobachteten gleichfalls die beinahe vollständige Absorption des Sauerstoffgases der Luft während 17 Stunden durch eine Zinkkupfersäule, deren feuchter Zwischenleiter Alaunaussösung war. Nachdem fast aller Sauerstoff verschwunden war, hatte die Säule ihre Wirksamkeit. namentlich der Wasserzersetzung gänzlich verloren, welche aber. so wie die Kraft Schläge zu ertheilen, stufenweise bis zur gänzlichen Wiederherstellung wiederkehrte, als sie Sauerstoffgas unter die Glocke ließen 2. Bior fand ferner, dass eine nicht geschlossene Säule zwar auch den Sauerstoff der Luft absorbirt. aber bei weitem langsamer als eine durch einen Metalldraht geschlossene Säule. Indess fanden Bior und Cuvien gleichfalls, wie VAN MARUM, dass in einem luftverdünnten Raume, wo die Barometerprobe nur noch 3 Lin. hoch stand, die Wirksamkeit einer Zink - Kupfer - Säule in der Wasserzersetzung und Erthei lung von Schlägen sich nicht vermindert hatte, aber der feuchte

¹ G. X. 160.

² Ebend. 163.

Leiter war auch in diesem Falle nicht reines Wasser, sondern Alaunauflösung.

LA GRAVE 1 stellte Versuche über den Einfluß verschiedener Medien, in welche die Säule untergetaucht wurde, auf die Menge des Gases an, welches sich um die einzelnen Plattenpaare entwickelte, doch ohne die nöthige Genauigkeit dabei anzuwenden. Im Allgemeinen ergab sich, dass das Gas (Wasserstoffgas) in dem Verhältnisse reichlicher entbunden wurde, in welchem die Flüssigkeit, als Zwischenleiter gebraucht, die Wirksamkeit der Säule verstärkt haben wurde. Am reichlichsten war die Gasentbindung beim Untertauchen in Essigsäure, und dann abnehmend in folgender Ordnung: Salpeteraustosung, Weinsteinauflösung, Kochsalzlösung, Lösungen von Sauerkleesalz, schwefelsaurem Kali, Wasser. In den Flüssigkeiten, in welchen die Zersetzung am stärksten war, nahm sie erst am 10ten oder 12ten Tage ab, in den andern schon am 3ten oder 4ten. Im Weingeist schien die Säule fast gar nicht zu wirken. Lavendelöl und

Orangenspiritus gaben keine Wirkung.

87. Die Wirksamkeit der Volta'schen Säule schränkt sich aber nicht blos auf die Zersetzung des Wassers ein, sondern alle Materien, welche im Wasser aufgelöst oder auch nur hinlänglich durch dasselbe befeuchtet sind, um dem el. Strome der Säule eine gute Leitung zu gewähren, sind einer ähnlichen Zersetzung unterworfen, und was in dieser Hinsicht schon als Wirkung der einfachen Kette oben näher in Betracht gezogen wurde, wiederholt sich hier nur in einem nach Massgabe der Wirksamkeit des Apparats verstärkten Grade. Wenn diese Zersezzungen in ähnlichen Apparaten, wie die des Wassers vorgenommen werden, in welche von beiden Polen aus sich Metalldrähte erstrecken, so spielt der positive Polardraht hierbei die Rolle des positiven Metalls, der negative Polardraht die des negativen der einfachen Kette, und am positiven Drahte wird der chemische Process häufig durch den an demselben auftretenden Sauerstoff, am negativen Polardrahte durch den Wasserstoff modificirt, da in allen Fällen eine Wasserzersetzung zugleich mit eintritt. Die nähere Betrachtung der Resultate der vielen Versuche, die über diese anderweitigen chemischen, durch die Polardrähte der Säule eingeleiteten, Processe angestellt worden sind, ver-

G. XVIII. 548.

schiebe ich auf den Artikel: Säule, Volta'sche, da die interessantesten derselben nur durch die kräftigeren Apparate, namentlich die Zellen - Trog - und Kastenapparate, von denen dort erst die Rede seyn kanp, zu Stande gebracht werden. Für die Theorie des verstärkten Galvanismus mögen hier nur einige allgemeine Resultate aufgestellt werden: 1. Es giebt keine einzige, bis jetzt auf anderm Wege als zusammengesetzt erkannte und zersetzte Substanz, welche nicht auch durch die Einwirkung der Polardrähte auf dieselbe unter günstigen Umständen zersetzt worden wäre. 2. So wie die Bestandtheile des Wassers durch den galvanischen Zersetzungsprocess getrennt und geschieden im Raume, und zwar der Sauerstoff am positiven, der Wasserstoff am negativen Polardrahte auftreten, so gilt dieses auf gleiche Weise rücksichtlich der zwei Bestandtheile, in welche zunächst jeder zusammengesetzte Körper durch die Einwirkung der Polardrähte zersetzt wird, der eine Bestandtheil sammelt sich an dem positiven. der andere an dem negativen Polardrahte an. 3. In Rücksicht auf dieses geschiedene Auftreten lassen sich alle Körper in eine große Reihe dergestalt ordnen, dass an dem einen Ende der am meisten positive, an dem andern der am meisten negative steht, und dass von je zwei Substanzen dieser Reihe, welche mit einander einen zusammengesetzten, und durch die zersezzende Kraft der Säule wieder trennbaren, Korper bilden, dieienige Substanz, welche dem negativen Ende näher liegt, sich auch jedesmal nach dem positiven Polardrahte hinbegiebt, und an demselben auftritt, die dem positiven Ende der Reihe naher liegende dagegen stets vom negativen Pole angezogen wird. An dem negativen Ende der Reihe befindet sich der Sauerstoff, an dem positiven wahrscheinlich das noch nicht dargestellte Radical des Stickstoffs. Derselbe Bestandtheil, je nachdem er mit dem einen oder andern verbunden in den zersetzenden Kreis gebracht wird, kann daher eben sowohl am positiven als am negativen Pole auftreten, wie z. B. wenn Ammoniak der zersezzenden Wirkung der Säule unterworfen wird, von den beiden Bestandtheilen desselben der mehr elektronegative Stickstoff als. Stickgas sich am positiven Pole entbindet, während bei der Zersetzung der Salpetersäure derselbe Stickstoff, welcher relativ gegen den Sauerstoff nunmehro der elektropositive Bestandtheil ist, am negativen Polardrahte entbunden wird 1. 4. Bei der

¹ Vgl. auch Berzelius bei G. XXVII. 273.

Zersetzung der Salze in ihre nächsten unmittelbaren Bestandtheile, Saure und Base, verhalt sich die Saure stets als der elektrone gative Bestandtheil, indem er sich um den positiven Polardraht ansammelt, die Base als der elektropositive Bestandtheil. 5. Die durch die Zersetzung frei gewordenen Bestandtheile der im Wasser aufgelösten Substanzen, so wie die Bestandtheile des Wassers selbst, wirken sehr oft auf einander und bestimmen neue Verbindungen und neue Zersetzungen, welche stets gleichzeitig Insbesondere werden die Metalloxyde, die entweder für sich allein, oder mit Sauren verbunden der Einwirkung der Säule unterworfen werden, an dem negativen Pole zu Metallen reducirt, an dem positiven Pole hyperoxydirt; auch werden die Erscheinungen durch die Polardrähte selbst, oder überhaupt die Metalle, welche die E. der Pole leiten, (unter andern auch das Quecksilber) indem sie in den Process mit eingehen, mannigfaltig modificirt. 6. Alle Umstände, so weit sie die Wasserzersetzung begünstigen und das Quantum derselben vermehren, begünstigen auch die anderweitigen chemischen Processe, doch ohne dass beiderlei Arten von Zersetzungen in ihrem sichtlichen Ausfalle der Quantität nach gleichen Schritt mit einander halten, indem nach verschiedener Concentration der Auflösungen jenet Substanzen, so wie nach ihrer Beschaffenheit und nach der verschiedenen Wirksamkeit der Saule die zersetzende Kraft in einem hoheren oder geringeren Grade auf die aufgeloste Substanz oder das Wasser gerichtet ist. Im Allgemeinen gilt der Satz, je concentrirter die Auslösung einer solchen Substanz ist, und folglich in je mehrere Berührungspuncte sie mit den Polardrähten kommt, um so eher wird sie zersetzt und um so geringer ist dann im Allgemeinen das Quantum der Wasserzersetzung; je verdunter die Auflösung ist, um so mehr schränkt sich die Zersetzung nur auf das Wasser ein. Es erfordert aber außerdem jeder Grad von Verwandtschaft, mit welchem zwei Substanzen zusammenhängen, einen bestimmten Grad der Wirksamkeit des Apparats, sowohl was die Quantität als die Intensität der Action (gleich Masse und Geschwindigkeit) betrifft, und daher können die mit der größten Verwandtschaft zusammenhängenden Substanzen nur durch die kräftigsten Apparate zersetzt werden.

88. Eine der merkwürdigsten Thatsachen, welche erst durch die Versuche mit der Volta'schen Säule in das hellste Licht gesetzt wurde (wenn gleich auch die Erscheinungen der einfa-

chen Kette sie schon außer Zweisel setzen), ist jenes Ansammeln der respectiven Substanzen um die entsprechenden Pole, welches nur durch eine wirkliche Wanderung und Ueberführung derselben durch die Saule der Flüssigkeit hindurch, in welche die Polardrähte eintauchen, von einem Pole zum andern begreiflich ist, eine Wanderung, welche auch in einem gewissen Sinne augenscheinlich dargestellt werden kann. Diese wichtige Thatsache ist zuerst von Berzelius und Hisinger im Jahre 1803 außer allen Zweifel gesetzt 1, dann aber von H. Davy in der schon mehrmals angeführten Vorlesung2 durch neue höchst sinnreiche Versuche auf das herilichste bestätigt und noch weiter aufgeklärt worden. Dazu diente letzterem vorzüglich die Einrichtung, dass er die zu zersetzenden Flüssigkeiten in verschiedene Gefalse brachte, welche durch beseuchtete Asbeststreisen mit einander communicirten, in deren eines der positive, in des andere der negative Polardraht tauchte. War auf der einen Seite eine Salzauflösung, auf der andern destillirtes Wasser, so sammelte sich in diesem, wenn der positive Draht hineinreichte, jedesmal die Saure, und wenn der negative Draht hineinging die Base an, und in dem andern Gesässe fand sich dann der entgegengesetzte Bestandtheil. In einem Falle, als DAVY auf die positive Seite eine wäßrige Auflösung von salpetersauerm Silber, und auf die negative Seite destillirtes Wasser brachte, erschien das Silber auf der ganzen Ausdehnung des als Zwischenleiter dienenden Amianths, der wie von einem Zinnblättchen bedeckt zu seyn schien, ein deutlicher Beweis, dass auch Metallreductionen am positiven Pole schon beginnen, und nicht in allen Fällen durch den Wasserstoff des negativen Poles vermittelt werden. diese Ueberführung nöthige Zeit schien unter sonst gleichbleibenden Umständen namentlich bei gleicher Quantität und Intensität der E. im Verhältnisse mit der Länge des zwischen befindlichen Volumens von Wasser zu stehen. So fand sich bei einer Kraft von 100 Platten, wenn Gyps in dem negativen, destillirtes Wasser in dem positiven Gefässe war, und die Entsernung

^{1&#}x27; S. N. allg. J. d. Ch. von Gehlen I. Bd. 8. 115, in welchem zuerst eine Uebersetzung ihrer Abhandlung aus der Handschrift erschien, welche nachher im I. Bd. der Afhandlingar in Fysik, Kemi u. s. w. af W. Hisinger och J. Berzelius. Stockholm 1806 im Originale erschien and daraus abermals übersetzt in G. XXVII. 269 ff.

² Gehl. J. d. Ch., Ph. und Min. V. 1. auch G. XXVIII. 1.

zwischen den Drähten nur 1 Z. betrug, die Schwefelsäure in weniger als 5 Minuten in bemerklicher Quantiät in dem Wasser; waren dagegen die Röhren durch ein mit gereinigtem Wasser gefülltes Zwischengefäls verbunden, so dass die Entfernung 8 Z. betrug, so waren 14 Stunden dazu erforderlich. Die unmittelbare Berührung einer Salzauslösung mit den Drähten ist eben nicht nöthig zur Zersetzung und Ueberführung, denn als DAVY reines Wasser in zwei Glasröhren gebracht, und dann ein Gefals, welches eine Auflösung von salpetersaurem Kali enthielt, mit diesen Röhren vermittelst Amianth verbunden, und die Anordnung so getroffen hatte, dass Niveau der beiden Portionen Wasser höher als dasjenige der Salzauslösung, und diese von jedem der beiden Drähte wenigstens & Z. entsernt war, so erschien dennoch bald das Laugensalz in der einen und die Säure in der andern Röhre¹, und nach 16 Stunden hatten sicht ziemlich starke Auflösungen von Kali und Salzsäure gebildet. Um sich von dem Fortschreiten der Ueberführung und dem Wege des Alkalis und der Säure zu unterrichten, wandte Davy Lackmusund Curcumätinctur und damit gefärbte Papiere au. Er verband zwei Röhren, wovon die eine destillirtes Wasser, die andere eine Auflösung von schwefelsaurem Kali enthielt 2. In einem andern Versuche füllte er die beiden Glasröhren mit einer Auflösung von salzsaurem Natron, und das zwischen befindliche Gefals mit einer Auflösung von schwefelsaurem Silber; auf die positive Seite brachte er Curcumäpapier und auf die negative Seite Lackmuspapier. Kaum war der el. Strom eingeleitet, so fing das Natron in der negativen und die oxydirte Salzsäure in der positiven Röhre an zu erscheinen, und die abwechselnden Producte offenbarten sich beim Durchgange durch die Auflösung des schwefelsauren Silbers, wo die Salzsäure einen dicken und schweren Niederschlag, dagegen das Natron einen viel lockerern und leichtern bewirkte, aber weder die Farbe des Lackmuspapiers, das die Säure, noch des Curcumäpapiers, das das Natron überführte, erlitten die geringste Veränderung. Bei Anwendung desselben Apparats, nur dass mit dem positiven Polardrahte eine Auflösung von schwefelsaurem Kali und mit dem negativen Drahte destillirtes Wasser in Berührung, in das Mittelgefals aber eine

¹ a. a. O. S. 22.

² Ebend. 8. 23.

schwache Auflösung von Ammoniak gebracht wurde, zeigte sich bei Anwendung einer Batterie von 150 Platten schon nach 5 Minuten bei der Prüfung mit Lackmuspapier, dass sich die Säure um den positiven Draht angesammelt hatte, und in einer halben Stunde war der Geschmack des Wassers schon merklich sauer. Kalkwasser, schwache Auflösungen von Kali und Natron, in dem Mittelgefals, wirkten nicht anders, wie eine schwache Auflösung von Ammoniak, die Schwefelsäure wurde in ihrem Fortgange nicht aufgehalten, mit starken Auflösungen von Kah und Natron erforderte aber das Auftreten der Säure mehr Zeit; aber selbst mit einer gesättigten Kalilauge zeigte sich nach einem bestimmten Zeitraume die Säure. Unter denselben Umständen waren auch die Salzsäure des salzsauren Natrons und die Salpetersäure des salpetersauren Kalis durch concentrirte alkalische Flüssigkeiten durchgegangen. Eben so gingen auch von der + nach der - Seite Kalk, Natron, Kali, Ammoniak oder Tafkerde durch Schweselsture, Salpetersäure oder Salzsäure, die sich im Mittelgefälse befanden, und je weniger concentrirt die Säure war, um so leichter schien ihre Ueberführung. Bei der Anwendung einer Säule von 150 Plattenpaaren war das Resultat nach 48 Stunden entschieden. Der Baryt und Strontian gingen eben so leicht, wie die übrigen alkalischen Substanzen, durch die Salzsäure und Salpetersäure hindurch, und umgekehrt diese Säuren durch die wässerige Auflösung des Baryts und Strontians. Wurde aber eine Auflösung des schwefelsauren Kalis auf die - Seite, destillirtes Wasser auf die + Seite, und in die Mitte eine gesättigte Auslösung des Baryts, gebracht, so konnte bei Anwendung derselben Säule von 150 Platten erst nach 4 Tagen die Schwefelsäure, aber auch dann nur in sehr geringer Menge in der positiven Röhre wahrgenommen werden, es hatte sich dagegen weit mehr schwefelsaurer Baryt in dem Mittelgefässe gebildet. Eben so wurde die Schwefelsäure in ihrem Durchgange durch den Strontian und umgekehrt der Baryt und Strontian in ihrem Uebergange von dem positiven zum negativen Polardrahte durch die Schwefelsäure, die sich im Mittelgefälse befand, festgehal-Dieselbe Wirkung äußerte im Mittelgefälse eine Auflösung eines Barytsalzes gegen die Schwefelsäure, welche vom - zum + Pole, und die Auflösung eines schwefelsauren Salzes gegen Baryt, welcher vom + zum - Pole übergeführt wurde. Salpetersaures Silber hielt auf gleiche Weise die Salzsäure in ih-

rem Uebergange von einem Gefalse in das andere, und eben so ein salzsaures Salz das Silber auf seinem entgegengesetzten Wege auf, indem sich ein reichlicher Niederschlag von Hornsilber bildete. Von zwei Salzen, wovon das eine im Mittelgefälse, das andere in der einen oder andern Röhre sich befand. zeigte sich das Alkali des mittleren Salzes stets früher in der negativen Röhre als das Alkali des in der positiven Röhre befindlichen Salzes und die Säure des Salzes in dem Mittelgefäße früher in der positiven Röhre als die Saure des Salzes in der negativen. Metalloxyde erforderten weit mehr Zeit, um durch die saure Auflösung im Mittelgefalse von der positiven nach der negativen Röhre übergeführt zu werden als Alkalien und Erden. Als DAVY eine Auflösung des grünen schweselsauern Eisens auf die positive Seite, liquide Salzsaure in die Mitte, und Wasser auf die negative Seite gebracht hatte, fing nach 10 Stunden das grüne Eisenoxyd an, sich auf dem nassen Amianthe, welcher zur Verbindung der negativen Röhre diente, zu zeigen. und nach 3 Tagen hatte es einen beträchtlichen Satz in der Röhre gebildet. Das schwefelsaure Kupfer, salpetersaures Blei, und salpetersaures Zinn gaben analoge Resultate. Auch die Salze animalischer und vegetabilischer Substanzen können auf ähnliche Weise zersetzt und ihre Bestandtheile durch eine solche Ueberführung von einander geschieden werden. Ein Stück Ochsenfleisch z. E. 3 Z. lang und 1 Z. dick diente als Zwischenleiter zwischen einer mit dem + Pole verbundenen Röhre, welche salzsauern Baryt, und der negativen Röhre, welche destillirtes Wasser enthielt. Die ersten Producte der Zersetzung waren Natron, Ammoniak und Kalk. Nach 4 Stunden bemerkte man etwas Baryt. In der positiven Röhre befand sich viel oxydirte Salzsäure.

89. Der Zersetzungs - (und zum Theil der neue Verbindungs -) Proceis, welcher in dem flüssigen Leiter der Gasröhre statt findet, kommt im Wesentlichen auf eine gleiche Weise in jedem feuchten Zwischenleiter zwischen je zwei Plattenpaaren des Volta'schen Apparats selbst vor, und nur die eigenthümliche Drahtform der Zuleiter macht ihn, besonders die Gasentwicklung in der Gasröhre, so viel auffallender. Um den Vorgang in den einzelnen Zwischenleitern zwischen zwei Plattenpaaren genaner beobachten zu können, ist Volta's sogenannter Becherapparat vorzüglich tauglich, mit welchem auch H. Davy gleich IV. Bd.

anfangs sehr interessante Versuche in dieser Hinsicht angestellt hat. Die Metalle waren Silber und Zink, von denen in jedem . Becher je eine Platte hing, indem die Silberplatte mit der Zinkplatte des angrenzenden Bechers durch einen Kupferdraht verbunden war. Wurde die Schließung des Apparats von jeder Seite in einem gleichen Becher, wie die übrigen, durch eine gleiche Zink - und Silberplatte gemacht, so war der Process in allen Bechern ganz gleichmässig, das Zink oxydirte sich, aber am Silber war keine merkliche Gasentwickelung. Wurden aber statt der breiten Silberplatten schmale Silberstreisen genommen, so war die Entwickelung von Wasserstoffgas an letzteren sehr merklich. Welches auch die Gestalt der Silberplatten seyn mochte, so gaben sie nur Gas, wenn ihre Oberstäche nicht mehr als 1 der Oberstäche des Zinks betrug. Brachte man statt der viereckigen längliche Zinkplättchen in die Kette, so schienen sie sich schneller zu oxydiren. Ein ähnlicher Becherapperat von 27 Bechern, aus Zinkplatten, an welchen Silberdrühte befestigt waren, gab, wenn derselbe analog in allen Theilen geschlossen war, an allen Drähten, standen sie nicht zu tief unter Wasser, Gas, und die Zinkplatten oxydirten sich langsam. In allen diesen Fällen bedeckten sich die Silberplatten, Streifen und Drähte. mit einem weißen Häutchen, welches ohne Zweisel von Zersetzung eines Talksalzes im Brunnenwasser herrührte, da es sich bei Anwendung des destillitten Wassers kanm oder gar nicht zeigte, welches erstere DAVY von einer zufälligen Unreinlichkeit der Gläser ableitete. Wurde rother Kohlsaft in die Gläser gebracht, so farbte er sich um das Silber herum grünlich, woraus DAVY auf Ammoniakbildung schloss. Eben so verhielten sich Becherapparate aus Zinkplatten und Eisendrähten, in allea Bechern entwickelte sich am letzteren Wasserstoffgas 1,

Schichtet man eine Volts'sche Säule auf die einfachste Weise, wie sie oben beschrieben worden ist, auf, so lassen sich ,
die Producte der Zersetzung des flüssigen Zwischenleiters nicht
so rein geschieden von einander darstellen; bei etwas energischen Säulen von 100 Plattenpaaren Z K von 2 Quadratzoll
Oberfläche und mit Salmiakauflösung getränkten Pappacheiben,
sieht man die Gasblasen am Rande der Kupferplatten sichtlich
entweichen, und wenn man die Säule unter Wasser in einen

¹ G. VIII. 150.

Cylinder bringt, so sammelt sich allmälig Wasserstoffgas an. Der Sauerstoff, der am Zinke frei wird, verbindet sich mit demselben und oxydirt es. Die Salze der Auflösung, womit die Tuch - oder Pappscheiben getränkt sind, werden auf gleiche Weise wie in der Gasröhre zersetzt, die Säure sammelt sich am positiven Metalle, die Basis am negativen an, allmälig wird das Metalloxyd von der positiven nach der negativen Seite übergeführt, und überzieht die an den feuchten Leiter angrenzende Oberstäche des Metalls mit einer feinen Haut des auf derselben reducirten Metalls. So überzieht sich bei einer Zinkkupfersäule das Kupfer nach einigen Tagen mit einem Zinkblättchen, wenn die Tuchscheiben nicht wegen ihrer zu großen Dicke oder ihres sehr dichten Gewebes ein zu großes Hinderniss bilden 1. Diese Ueberführungen finden immer nach demselben Gesetze vom ponitiven zum negativen Metalle statt, ersterer mag in einer senkrechten Säule unterhalb oder oberhalb des fenchten Leiters sich befinden, d. h. der + Pol nach oben oder nach unten liegen. Eine Säule mit Salmiakauflösung als feuchter Zwischenleiter verbreitet sehr schnell den Geruch nach Ammoniak, und hat sie lange genng gewirkt, so ist aller Salmiak sersetzt und das Ammoniak hat sich zum Theil mit dem Kupferoxyde, die Salzsäure mit dem Zinnoxyde (das Chlor mit dem Zinke) verbunden. Bei Anwendung von Kochsals wittert um die Kupferplatten herum Natron aus, auch wird bei Anwendung von Tuchscheiben eine Art von Wollseife gebildet. Wie ganz übereinstimmend der chemische Process in jedem feuchten Zwischenleiter mit demienigen in der Gasrohre ist, und wie in einer geschlossenen Säule von eigentlichen Polen gar nicht mehr die Rede seyn kann, sondern der Begriff der Polarität sich nur auf die Richtung bezieht, nach welcher die entgegengesetzten Processe hin liegen, ergiebt sich am entscheidendsten daraus, dass, wenn man statt des gewöhnlichen feuchten Zwischenleiters zwischen je zwei Plattenpaaren einen ganz gleichen Apparat, wie die Gasröhre selbst, - die mit den Enden der Säule verbunden ist, einführt, eine ganz gleiche Wasserzersetzung in diesem Apparate erfolgt. Eine merkwürdige Beobachtung Bior's ist 2, dass auch die Metalle der Säule, wo sie sich unmittelbar berühren, auf einander wirken,

¹ Vgl. Biot bei G. X, 84.

² Ebend. X. 84,

des Kupfer wird gleichsam auf das Zink versetzt, es behält dabei, wenn es dem Zinke adhärirt, allezeit seine metallische Gestalt, bisweiten bildet sich Messing.

90. Einen merkwürdigen Einstuls auf die chemische Wirkung der Volta'schen Säule außert die Unterbrechung des feuchten Zwischenleiters durch einen trockenen Erreger nach den zuerst von Jagen hierüber angestellten Versuchen 1. Eine gewöhnliche Saule aus 40 Paaren Gold - und Zinkscheiben wurde so erbaut, dals jeder feuchte Leiter aus zwei nassen Chartenblättern bestand, zwischen welchen ein am Rande vollig trockenes Goldstück eingeschoßen war. Sie besaß die el. Polarspannung einer Säule aus 40 Lagen Gold und Zink. Als die Pole durch eine Gasröhre geschlossen wurden, zeigte sich auch nicht die mindeste Spur von Gasentwicklung, die Pole aber äußerten nun, wenn einer von ihnen ableitend berührt, und der andere mit dem Condensator verbunden wurde, eine beträchtlich verminderte el. Spannung. Nahm Jägen statt der Chartenblätter befeuchtete reagirende Papiere, so zeigte sich in allen Gliedern an der zwischen den beiden Goldstücken befindlichen Schicht des feuchten Leiters auch nicht die mindeste Färbung, an der zwischen dem mittleren Goldstücke und der Zinkplatte befindlichen Schicht aber war blos die Färbung wahrzunehmen, welche nach Nr. 40 das Zink allein schon in solchen feuchten reagirenden Papieren hervorbringt, keinesweges aber jene so leicht zu erkennende Sonderung und Concentrirung der alkalischen und der sauern Färbung, wie sie schon in der einfachen Kette vorkommt. verhält sich also eine solche Säule auf gleiche Weise, wie eine einfache geschlossene Kette aus Gold und Zink, deren feuchter Leiter gleichfalls aus zwei Schichten besteht, die durch ein am Rande trockenes (also die Continuität des seuchten Leiters wahrhast unterbrechendes) Goldstück von dinander getrennt sind 2, und es wird gleichsam die durch Wiederholung der Elemente mit der Zahl derselben verstärkte Thätigkeit durch die in demselben Verhältnisse vermehrte Zahl der Unterbrechungen immer wieder aufgehoben. Wurden statt der Goldstücke Zinkplatten interpolirt, so entstand schon bei drei Gliedern in der die Kette schließenden Gasröhre ein deutlicher Luststrom, welcher mit der Zahl der Glieder zunahm. Schloss Jägen die Pole durch einen Metalldraht, so zeigten die als feuchte Leiter gebrauchten

¹ G. XIII. 432. XXIII. 77.

² Vgl. Nr. 38.

reagirenden Papiere die den gewöhnlichen wirksamen geschlossenen Saulen eigenthümlichen Färbungen und zwar zwei acide, eine an der Fläche des Zinks der Saule und eine an der von ihm abgewandten Fläche des interpolirten Zinks, und zwei alkalische, eine an der zugewandten Seite des Zinks und eine an der Fläche des Goldes, den bekannten Gesetzen der Polarisation eines den flüssigen Leiter unterbrechenden festen Erregers gemäß. Die übrigen Metalle, welche man auf diese Art als Zwischen--glieder in den feuchten Leiter einlegte, schienen sich in ihrem Vermögen, die chemische Wirkung einer solchen Säule zu hemmen, ganz nach der bekennten Spannungsreihe zu ordnen, so dals das dem dem Zink am nächsten stehende die geringste Hemmungskraft hat, welche zunimmt, so wie das Metall näher dem negativen Ende steht. Diese Versuche sind bis jetzt nur von DAVY in einer etwas abgeänderten Gestalt wiederholt worden 1. Bei Gelegenheit der Erzählung seiner Versuche über die Aufhebung der Wirkung eines einzelnen Plattenpaares, wenn der feuchte Leiter durch Platin unterbrochen wurde, führt er an, dass bei Anwendung mehrerer Elemente in Form eines Becherapparats jeder einzelne in den Kreis eingeführte Bogen von Platin, der " den feuchten Leiter unterbricht, die Wirkung eines einzelnen Plattenpaars aushebe, woraus folgen würde, dass wenn'man eine Saule, z. B. aus 20 Plattenpaaren, durch eine Reihe von 20 Gasrohren schlösse, in deren beiden äußersten Platindrahte" hineinreichten, und die unter einander selbst durch Platindrähte zusammenhingen, gar keine chemische Wirkung statt finden würde. Diesem wiedersprechen indels geradezu meine Versuche. Nur wenn eine solche Unterbrechung von Element zu Element geschieht, äußert sie diese hemmende Wirkung, so dals eine Säule von 20 Plattenpaaren, von welcher 10 feuchte Leitersauf die oben angezeigte Art unterbrochen sind, gleichsam nur noch den Werth und die Wirksamkeit einer Seule von 10 Schichtungen hat. Ich habe selbst mehrere Versuche mit Silber-Zinksäulen angestellt, deren Pappscheiben mit Kochsakauslösung getränkt weren, und zwischen welche bald Zink - bald Silbermünzen, die am Rande völlig trocken waren, eingeschoben wurden. Bei der gewöhnlichen Einrichtung, wenn der feuchte Zwischenleiter nicht unterbrochen war, entwickelten schon drei Schichtungen an beiden Platindrähten in der Gasröhre einen,

¹ Philos. Trans. 1826. p. 410.

jedoch schwachen, Strom von Luftblischen, der von 10 Schichtungen schon sehr auffallend war. Bei der Interpolation von Silbermünsen zwischen je zwei Scheiben, in welche ich den feuchten Zwischenleiter getheilt hatte, wurde die Wirkung ungemein geschwächt, aber dennoch war bei 20 Abwechselungen schon ein Gasstrom wie in dem gewöhnlichen Falle von 3 his 4 Schichtungen zu bemerken. Zinkplatten brachten eine kaum merkliche Schwächung der chemischen Wirksamkeit der Säule hervor.

91. Auch in der völlig offenen Säule scheinen chemische Wirkungen statt zu finden, welche gelvanischen Ursprungs sind, oder von der Säule als solcher, abhängen. Darüber hat besonders Ritten Untersuchungen angestellt 1. Mit einer Säule von 100 Platten verband er Röhren mit destillirtem Wasser gefüllt, in welche ein Messingdraha hinein reichte, von 25 zu 25 Platten, indem er das aus der Röhre hervorstehende Ende des Messingdrahtes zwischen ein Plattenpaar einschob, und fand, daß an der Zinkhälfte (der positiven) der vollkommen isolirten Säule sich der Messingdraht nach 24 Stunden stärker oxydirt hatte, als in der Mitte der Batterie, wo des () hinfällt, und wo der Messingdraht sich völlig eben so verhielt, als ein auf ganz gleiche Weise mit einer Röhre vorgerichteter und außer aller Verbindung mit der Batterie befindlicher Messingdraht. Dabei war die Oxydation der Messingdrähte in dem Verhältnisse stärker, in welchem sie dem + Pole näher lagen, dagegen hatte sich an der negativen Hälfte der Messingdraht weniger oxydist als in der Mitte und nahe nach dem - Pole zu ganz und gar nicht. Wurde dagegen die Batterie, während die Röhren mit dem Messingdrahte auf dieselbe Weise mit ihr in Verbindung standen, genzlich durch einen Eisendraht geschlossen, so hatte sich innerhalb 24 Stunden in allen 5 Röhren auf das gleichformigste Oxyd erseugt, und swar eben so wie in einer Böhre, die ganz außer Verbindung mit der Batterie gewesen war. Was am Messingdrahte in diesem Versuche sich äußerte, zeigte die Batterie auch in ihrem Innern auf gleiche Weise. In der positiven Hälfte einer ganz ungeschlossenen Säule fand RITTER, wenn sie eine längere Zeit gestanden hatte, die Zinkplatten allezeit stärker angegriffen, als in der negativen Hälfte, mochten nun die Pappscheiben mit Wasser, Kochsalz - oder Salmiakansiösung getränkt seyn, und zwar in dem Verhältnisse mehr, in welchem

¹ G. VIII. 468.

sie dem positiven Ende näher lagen; auch zeigte sich eine stärkere Zersetuung des Salmiaks in der positiven Hälfte durch den auffallenden Geruch nach Ammoniak, ja selbst die Kupferplatten fand Ritten an der Fläche, wodurch sie mit dem Zinke in Berührung waren, auch wenn das Eindringen von Feuchtigkeit zwischen die Platten auf das sotgfältigste verhütet worden war, in der positiven Hälfte der Säule in ihrem Ansehen so verändert, wie, wenn sie auf einem heißen Ofen liegend, durch Anziehung des Sauerstoffs der Luft sich mit einer dünnen Schicht von Suboxyd bedecken. Diese Färbung war nach dem positiven Ende am stärksten, nahm nach dem negativen Ende immer mehr ab und fehlte daselbst gänzlich. Wurde die Säule eben so lange geschlossen gehalten, so konnte Ritten keinen Unterschied in der Oxydation der Metalle und in der Zersetzung des feuchten Zwischenleiters bemerken. Aus allen diesen Beobachtungen zieht Ritten den Schluss, dass in der ungeschlossenen Saule eine Tendenz nach stärkerer Oxydation in der positiven Hälfte derselben, als in der Mitte, und in der negativen Hälfte nach schwächerer Oxydation oder gänzlicher Aufhebung derselhen statt finde.

POHE hat diese Versuche RITTER's wiederholt, will aber, in einer Hinsicht wenigstens, keine mit den angeführten übereinstimmende Resultate erhalten haben 4. Bei einer Säule von 50 Paaren Zink und Kupfer, in welcher der + Pol nach unten lag, zeigten sich nach 24 Stunden beim Auseinandernehmen die Platten im oberen Theile der Säule im Ganzen etwas stärker angegriffen, als im untern Theile, also gerade auf eine entgegengesetzte Weise, als nach Ritten's Behauptung zu erwarten war, indess war der Fortschritt der Oxydation vom positiven zum negativen Pole unregelmässig, und der Unterschied auf beiden Extremen überhaupt so geringe, dass Jemand bei einer oberstächlichen Prüfung in seinem Urtheile sich wohl selbst zur entgegengesetzten Seite neigen konnte. Pont errichtete darauf eine Saule aus . 100 Paaren Z. K. und Kochsalzauslösung, und zwar so, dass sie aus zwei gleichen aber entgegengesetzt geschichteten Schenkeln bestand, die auf wohl isolirenden Stativen ruhend an den untern Enden durch einen Kupferstreifen verbunden waren und deren obere unverbundene Extreme demnach die beiden End-

¹ Der Process der galv. Kette u. s. w. S. 119.

pole der 24 Stunden lang geöffnet stehenden Batterie bildetern. Beim Auseinandernehmen derselben war eine im Ganzen-allmälig zunehmende Oxydation der Platten in jedem einzelnen Schenkel von unten nach oben hin sichtbar, also sowohlenach deme positiven als nach dem negativen Pole hin zunehmend; verglich man aber die neben einander gelegten Platten beider Schenkell, so war außerdem ein Uebergewicht der Oxydation in dem Schenkel, dessen Extrem der negative Pol war, nicht zu verkennen. In einem dritten Versuche, wo eine Säule aus 100 Plattenpaaren in vier Abtheilungen oder Schenkeln, jeder von 25 Schichtungen errichtet, und die Säule 48 Stunden im ungeschlossenem Zustande erhalten wurde, ergab sich eine zwar nur schwache und durch einzelne Anomalien im regelmässigen Fortschritte hier und da gestörte, aber dennoch bei näherer Prüsung nicht zuverkennende (?) Zunahme der Oxydation vom positiven nach dem negativen Pole hin. Eine vollkommene Uebereinstimmung mit dem Hauptresultate Ritten's zeigte sich dagegen bei Wiederholung der Versuche mit den Röhren, in welchen Metalldrähte in Wasser eintauchten, zwar nicht mit Messingdrähten, an welchen in gekochtem destillirten Wasser selbst nach mehrern Tagen die Oxydation zu schwach war, um Vergleichung zuzulassen, aber wohl an Drähten von regulinischem weichen Eisen, wo sich alle Drähte sowohl auf der positiven als auch auf der negativen Seite der Säule nach 24 Stunden angegriffen zeigten, und das Wasser mit rothem Oxyd mehr oder weniger erfüllt hatten; der Draht in der Mitte der Säule eben so stark, als ein zur Vergleichung außer der Batterie niedergelegter Draht, am negativen Pole aber war die Oxydation des Drahtes am schwächsten, am positiven Pole dagegen am stärksten, und das Wasser durch das losgerissene Oxyd ganz erfüllt 1. Ich habe gleichfalls eine Reihe von Versuchen über die Oxydation der Platten in ungeschlossenen Säulen angestellt, aber mich bald überzeugt, dass es fast unmöglich ist, auf diese Weise zu irgend einem sichern Resultate zu gelangen, weil dem, auf jeden Fall nur geringen, Uebergewichte der Oxydation, welches auf die eine oder die andere Seite fällt, Verschiedenheiten in der Oberfläche der Platten, namentlich ihrer Politur, in der Feuchtigkeit der Papp - oder Tuchscheiben, die man unmöglich ganz gleich-

¹ a. a. O. 8. 124.

förmig darstellen kann, in der Art, wie sie an die Metalle anschließen u. s. w. an der einen oder andern Seite in der Art entgegenwirken können, dass gerade ein entgegengesetzter Erfolg hervorgeht. Dagegen habe ich in ungeschlossenen einfachen Ketten stets gefunden, dass das Kupfer, welches durch Berührung mit dem Zinke fortdauernd negativ el. erhalten wurde, sich in gleicher Zeit schwächer in Kochsalzauflösung oxydirte, und weniger Oxyd absetzte als das unter sonst ganz gleichen Umständen in einer gleichen Auflösung befindliche Kupfer, und dals auf gleiche Weise Zink, welches durch Berührung mit Kupfer fortdauernd in einem positiv el. Zustande erhalten wurde. sich stärker oxydirte, als eine bloße Zinkplatte unter gleichen Umständen. Ich löthete zu diesem Behuf in dem einen Falle eine Zinkstange auf die Kupferplatte und eben so eine Kupferstange auf eine Zinkplatte, und verhütete auf das sorgfältigste durch Siegellack jede Berührung der Kochsalzauflösung mit der aufgelötheten Stange, damit nicht die Wirkung einer geschlossenen Kette mit ins Spiel kommen möchte. Gleichzeitig befanden sich ganz gleiche Zink - und Kupferplatten in einer gleichen Kochsalzlauge in gleichen isolirten Porcellan - Gefälsen. Auch REINHOLD beobachtete eine stärkere Oxydation an einer Zinkplatte, welche mit einer Kupferplatte in ungeschlossener Kette in Berührung war, durch Kochsalzauflösung, als des blossen Zinks unter sonst gleichen Umständen 1, und eine geringere Oxydation des mit Zink in Verbindung stehenden Kupfers, als dieses für sich allein erlitt 2.

- 92. So wie wir schon bei der Schließung der einfachen Kette sehr auffallende Wärme und Lichterscheinungen kennen gelernt haben, so kommen nun diese durch die Volta'sche Säule in einem sehr gesteigerten Grade zum Vorschein. Die hierher gehörigen Phänomene sind die Funken, das Erglühen und Schmelzen von Metallen und einigen andern Körpern und die damit gegebenen c'iemischen Erscheinungen auf trockenem Wege ohne Mitwirkung des Wassers.
- a. Wenn die entgegengesetzten Extreme einer kräftigen Volta'schen Säule von der oben angegebenen Construction, etwa von 100 Plattenpaaren von 11 bis 2 Z. Seite mit Kochselz oder Sal-

¹ G. a. a. O. S. 811. Vers. 10.

² Ebend. S. 312. Vers. 16.

miaklösung geschichtet, durch einen Draht verbanden werden, so zeigt sich, mag nun vom positiven nach dem negativen Pole, oder umgekehrt geschlossen wenden, im Augenblicke der Berührung ein deutlicher Funken, welcher jedesmal eintritt, so wie man die Berührung abweckselnd aufhebt und wieder erneuert. Dieser Funke ist sowohl seiner Größe als seiner Farbe und den ihn begleitenden anderweitigen Phänomenen nach sehr verschieden, nach Verschiedenheit der Volta'schen Apparate, der Form und Beschaffenheit der Metalle, womit man schließt, ob es Drähte, Plättchen von diesem oder jenem Metalle u. s. w. sind. Die Funken zeigen sich, man mag mit einem Drahte, welcher mit dem einen Pole verbunden ist, entweder an der Polarplatte, oder an einem damit verbundenen Drakte, schließen, und stets am auffallendsten, wenn der Draht fein oder zugespitzt ist. Sie unterscheiden sieh von den gewöhnlichen el. Funken dadurch, dass sie kreisförmig umhersprühend bei größter Intensität einer leuchtenden Sonne:gleichen. Insbesondere verhalten sie sich so bei Anwendung von feinen Stahldrähten. Vorzüglich schön zeigt sich die Erscheinung, wenn man mit einem feinen Eisendrahte, welcher von dem einen Pole einer starken Säule ausgeht, die Oberfläche einer kleinen Quantität Quecksilber, in welche ein Draht vom andern Pole taucht, berührt. Der Mittelpunct des Funkens ist dann blau, und von hieraus sprühen nach allen Seiten rothe Strahlen von ungleicher Länge, fast unzählbar und von einer Länge von einem und mehreren Zolien bei sehr krästigen Batterien 1. Es macht keinen Unterschied in der Gestalt der Funken, ob man den mit dem positiven Pole verbundenen Bisendraht mit den Quecksilber, welches mit dem negativen Pole verbunden ist, oder umgekehrt, den mit dem hegativen Pole verbundenen Eisendraht (Nadelspitze, Platindraht) mit dem am entgegengesetzten Pole befindlichen Quecksilber in Berührung bringt. VAR MARUM und Prage erhielten in beiden Fällen bei einer Säule von 110 Plattenpaaren von 5" Seite mit Salmiakauflösung geschichtet strahlende Funken. Mit Platindrähten erhielten sie Eunken ohne Strahlen 2. RITTER 3, als er den eisernen Draht des + Pols einer starken Säule von 224

¹ VAN MARUN U. PFAFF. in G. X. 141.

² Ebend.

⁸ Phys. chem. Abhdig. III. Bd. S. 265 ff.

Schichtungen in das Quecksilber leitete, und mit demreisemen Drahte des - Pols die Kette durch Berührung des Onecksilbers, in einiger Entfernung von dem + Drahte schlols, will außer dem Funken jedesmal einen der positiv el. Lichtenberg'schen Figur ähnlichen Stern von schwarzem Quecksiberoxyd entstehen gesehen haben, schloss er kingegen mit dem + Drahte, so wurden anse; dem vom vorigen etwas abweichenden Funken noch Puncte, Ringe, runde Flecken und überhaupt rund begrenzte Gestalten auf dem Quecksilberspiegel erzengt. Bei Säulen von 150 Plattenpaaren habe ich eine solche Verschiedenheit nicht beobachten können. In beiden Fällen zeigten sich, wo der Funketzum Vorschein kam, runde schwarze Flecken auf der Oberfläche des Quecksilbers. Auch bei den allerkräftigsten Säulen ist die Schlagweite dieser Funken sehr gering. CHILDREN 1 maß die Schlagweite mit Hülfe eines an den Platinspitzen angebrachten Mikrometers, die in einem mit sehr trockener Lust gefüllten Recipienten eingelassen waren. Bei 1250 Plattenpaaren erschien der Funken nicht eher, als bis die Spitzen bis auf 10 eines Zolles einander genähert waren. Bei dem großen Appamate der Royalinstitution von 2000 vierzölligen Plattenpaaren musten die Kohlenspitzen bis zu 10 oder 10 Zoll genähert werden, ehe sie irgend ein Licht zeigten, wenn sie aber intensiv glühten, so fuhr ein anhaltender Lichtstrom zwischen ihnen zu spielen fort, wenn man sie auch nach und nach, selbst bis zu der Weite von 4 Z. von einander entfernte. Der Lichtstrome zeigte sich in Gestalt eines Bogens, in der Mitte breit und gegen die Kohlenspitzen schmal zulaufend. Er war von einer intensiven Hitse begleitet und entzündete augenblicklich jede in ihn gebrachte Substanz 2. Ueberhaupt bringen Streifen von wohl ausgebrannter Kohle, welche zur Schließung gebraucht werden, das Lichtphänemen im intensivsten Grade hervor, und das Erglühen derselben dauert bei kräftigen Batterien, während die Kohlenspitzen von beiden Polen aus mit einander in Berührung sind, eine beträchtliche Zeit, es scheint von keinem eigentlichen Verbrennen der Kohle abzuhängen, denn wiewohl diese zum Theil entzündet wird, so leidet sie doch verhältnismäßig einen sehr geringen Verlust, und das Licht erscheint mit glei-

¹ Phil. Trans. 1809. p. 36.

² Davy Elements of chemical Philosophy. 8, 153,

chem Glanze, wenn die Versuche auch in Gasarten vorgenommen werden, die keinen Sauerstoff enthalten. Es zeigt sich auch selbst, wenn gleich mit verminderter Stärke, unter Wasser, Alkohol, Aether, Oelen und andern Flüssigkeiten.' Dieses beobachtete namentlich DAVX 1 mit einem Zellenapparate aus 20 viereckigen Platten aus Zink und Kupfer von 13 Z. Seite. Unter Wasser zeigten sich die Spitzen der Kohle noch eine Zeit lang nach der Schliessung rothglühend, und so lange dieses dauerte, entband sich Ges mit dem Geräusche des Kochens. selbst in Salpetersäure und Schwefelsäure ließen sich auf diese Art Funken hervorlocken; in Schwefelsäure entwickelte sich dabei Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, und die Säure wurde blau, aus der Salpetersäure neben dem Sauerstoffgase und Wasserstoffgase auch Stickgas. Vermittelt man die Verbindung der beiden Pole durch dünne Metallblättchen, indem man an einem gebogenen Drahte des einen Pols der Batterie die Metallblättchen anhängt, und den hervorragenden Haken der andern Endplatte der Säule berührt, so verbrennen die Metallblättchen mit einem nach Verschiedenheit derselben verschiedenen Lichte 2. RITTER 3 will auch bei der Wiederöffnung einer Säule von 224 Plattenpaaren Funken, jedoch kleiner als bei der Schließung, beobachtet haben (?).

b. Außer diesen Funken, die sich an der Stelle, wo die Schließung geschieht, zeigen, kommen die Metalldrähte in einer mehr oder weniger ausgedehnten Strecke nach verschiedener Wirksamkeit des Apparats und nach Verschiedenhest ihrer eigenen Beschaffenheit zum Glühen und selbst zum Schmelzen. Besonders zeigen Platin - und Eisendrähte diese Erscheinung auffallend. Die Kraft der Volta'schen Apparate, Draht zum Glühen zu bringen und also Wärme zu erzeugen, wächst nach einem etwas andern Gesetze, als die Kraft derselben in Vermehrung des Quantums der Wasserzersetzung und anderer auf nassem Wege bewirkter Zersetzungen.

1. Die Kraft wächst mit der Anzahl der Plattenpaare,

¹ G. XII. 355.

^{2 8.} das Nähere hierüber und über die Funken unter dem Artikel: Säule, Voltasche.

³ Ph. ch. Abh. III. 265 ff.

aber, wie es scheint, in einem abnehmenden Verhältnisse, wenn eine gewisse Grenze überschritten ist. Davy fand nämlich, dass 100 Plattenpaare seines Trogapparats von 4 Z. Seite 3 Z. eines Platindrahtes von 17 Z. Durchmesser glühend machten, dass aber mit 1000 dieser Platten und auf gleiche Art mit verdünnter Salpetersäure geladen nur 13 Z. von demselben Drahte glühend wurden 1. In einem andern Versuche 2 schmolz DAVE mit einem Volta'schen Apparate aus Trogen von Wedgwood und Platten von 11 Z. Länge und 4, 5 Z. Breite mit 2 Batterien (jede von gleicher Zahl) die vierfache Länge wie mit einer; 6 Batterien schmolzen dagegen wenig mehr als die zweifache Drahtlänge, welche drei Batterien geschmolzen hätten. WILKINSON 3 fand mit einem Zellenapparate aus & K von 42. Seite mit verdünnter Salpetersäure geladen, die Strecke Stahldraht, welche geschmolzen wurde, im geraden Verhältnisse der Menge der Plattenpaare. 100 Platten verbrannten 4 Z. von einem Stahldrahte von 4 Z.; 2()0 Platten 1 Z.; 400 Platten 2 Z. Dasselbe Verhättnis zwischen der Zahl der Plattenpaare und der Drahtlänge galt seinen Versuchen zufolge auch für Trogapparate. Singen stellte seine Versuche mit Trog-und Zellenapparaten an. Die Trogapparate waren von Wedgwood'scher Masse, wovon jeder 10 Doppelplatten 4 Z. im Gevierten enthielt, und ein Trogapparat von Holz mit Zwischenwänden von Glas, von 50 solchen Doppelplatten. Sie wurden mit einer Mischung aus 5 Pfund starker Salpetersäure auf 75 Pfund Wasser, welche Singen als die beste Mischung zum Drahtschmelzen gefunden hatte, gefüllt. Zwei der Wedgwood'schen Troge brachten gleich im Anfange 9 Z. Eisendraht von Tuu Z. (Nr. 9) zum schwachen Rothglühen; dieses , dauerte aber nur kurze Zeit. Eine Minute, nachdem dieses aufgehört hatte, wurden nur noch 3 Z. eben so rothglühend, als 9 Z. gleich anfangs. Vier solche Trogapparate machten im Anfange 18 Z. von demselben Drahte rothglühend. Zehn Troge, alle mit frischer Flüssigkeit gefüllt, brachten von demselben Drahte bei der ersten Schließung zum Glühen 36 Z ; fünf Troge 18 Z., und nach einem kurzen Zeitraume jene 30 Z., diese 15 Z. In diesem geschwächten Zustande wurden vom Platindrahte von

¹ El. of chem. Phil. p. 156.

² G. XLIV. 229.

³ G. XIX. 45.

The Z. durch 10 Troge 5 Z.; durch 5 Troge 21 Z. weilstlichend erhalten. Er schliesst hieraus, dass das Vermögen der galvanischen Batterie, Metalldrähte zum Glühen su bringen, genau im Verhältnisse der Menge ihrer Plattenpaare stehe, und zwar in jedem Zustande threr Wirksamkeit. Damit stimmen auch die Versuche Curiberradn's fiberein 1. VAN MARINE und Prare fanden sogar innethalb einer gewissen Grenze diese Kraft in eine nem viel größeren Verhältnisse als der einfachen Zahl der Schichtungen wachsen, denn 4 Z K Säulen von 5 Z. Seite mit Salmiak geschichtet, wovon zwei zusammen aus 50 Plattenpaaren bestanden, und 8 Z. Eisendraht Nr. 16 stark zum Glühen brachten, ja sogar größtentheils schmolzen, und die zwei andern susammen von 60 Plattenpaaren nur 6 Z. zum Rothglühen brachten, (ohne Zweifel, weil ihre Pappscheiben nicht gehörig genäßt waren), zu einem einzigen von 110 Plattenpaaren vereinigt, vermoehten nicht bloss 14 Z., sondern sogar 32 Z. desselben Drahtes zum Rothglühen zu bringen 2.

2. Auffallend abweichend von dem Einflusse der Vergrößerung der Oberfläche der Platten auf den chemischen Process in der Gasröhre zeigt sich derselbe rücksichtlich des Glühens und Schmelzens von Metalldrähten. Im ersteren Falle ist die Grenze, bis zu welcher bei einer gegebenen Anzahl von Plattenpaaren die Vergrößerung der Oberfläche noch eine Vergrößerung der Wasserzersetzung bewirkt, besonders wenn die Gasröhre bloß reines Wasser enthält, sehr bald erreicht, während fliese Grenze für die Verstärkung der Wärmeerzeugung in den Metalldrähten, sofern sie dusch die Länge der Stilcke gemessen wird, welche geschmolsen oder zum Rothglühen gebracht werden, so weit unsre Versuche bis jetzt gehen, noch nicht erreicht worden ist. Wenn ein Trog- oder Zellenapparat von 30 zweizölligen Plattenpaaren mit einem andern von 30 sechszölligen Verglichen wird, beide mit einer verdünnten Säure von gleicher Starke geladen, so zeigen sie keinen wesentlichen Unterschied in der Quantität des in einer bestimmten Zeit zersetzten Wassers, der kleinplattige Apparat wird aber weder Draht schmelzen noch Metall verbrennen, auch schwerlich einen Funken zwischen zwei Kohlenspitzen geben, während die großplattige Batterie zwischen diesen ein

¹ G. XXIII. 265.

⁸ G X, 189,

glifinzendes Licht entwickelt, Metallblättchen mit Glanz verbrennt und mehrere Zolle Eisendraht Nr. 11 glühend macht. Die merkwiirdige Thatsache des verstärkenden Einflusses der Vergroßserung der Oberfläche der Platten auf Funkenerscheinung and Wärmeerzeugung ist zuerst von Founcaor und Vauque-ELE durch Versuche im Nationalinatitute von Frankreich dargethen worden 1. Acht Kupfer - und Zinkplatten von einem Fuls Durchmesser mit Salmiakauflösung gebaut, gaben ihnen keine stärkere, Erschütterung als eine Säule; deren Metallplatten nur zwei Linien im Durchmesser hatten, und welche gleichfalls nut aus acht Abwechselungen bestand, ihre wasserzersetzende Kraft war unbedeutend; dagegen gaben zwei Eisendrähte von ihren beiden Polen aus mit einander in Berührung gebracht, größere Funken als bei Säulen von 100 bis 120 Plattenpaaren von 1 Z. und in Squerstoffgas sprühten diese Sonnenfunken mit der größten Lebheftigkeit. Später wurden diese Versuche immer mehr ins Große getrieben und besonders mit den Trog - und Zellenapperaten außerordentliche Wirkungen hervorgebracht 2. Ueber das Gesetz, nach welchem die Verstärkung der Wirkung mit der Vergrößerung der Oberfläche wächst, sind die Resultate der verschiedenen Reihen von Versuchen nicht ganz übereinstimmend. . Von zwei Trogapparaten, beide von 50 Platten+ paaren, und mit vardünnter Salpetersäure (11 gegen das Wasser) geleden, schmolz der eine, dessen Platten 8 Z. Seite hatten, 16 Z. eines Eisendrahtes von J. Z. Dicke, der andere von 4. Z. Seite nur 1. Z. Es standen also hier die Wirkungen im dem Verhältnisse der sechsten Potenz der Seite oder des Cubus der Oberflächen. Vergleicht man den Einfluss der Vergrüßerung der Oberfläche durch Ausdehnung der Säulen in der Längendimension, d. h. durch Vergrößerung der Anzahl der Platten, mit derjenigen in der Vergrößerung der Breitedimension, also der Ansdehnung der Oberfläche der einzelnen Platten, so zeigt sich auf dieser letzteren Seite ein auffallendes Uebergewicht. Ein Zellenapparat von 400 Platten von 4 Z. Seite, schmolz nach WILKINSON 2 Z. Eisendraht von 7th Z., ein Zellenapparat von 100 quadratischen Platten von 8 Z. Seite, dessen Oberstäche also im Ganzen eben so groß war, wie im ersteren Felle, schmols

¹ G. VIII. 870.

^{2 8.} Säule, Volta'scht.

dagegen 32 Z. eben dieses Drahtes, so dass sich demnach die Wirksamkeit zweier Volta'schen Apparate im Drahtschmelzen, wenn die Summe ihrer Oberfläche gleich ist, wie das Quadrat der Oberflächen ihrer einzelnen Platten verhalten würde 1. Durch eine leichte Rechnung würde daraus folgen, dass zwei einzelne Platten Zink und Kupfer jede 200 Quadratfuls groß 2317500 Fuss Stahldraht A. Z. dick schmelzen würden. Sehr abweichend hiervon sind aber die Resultate, welche VAN MAnum und Prapp erhielten. Nach Wilkinson's Gesetze hätten e die zwei und dreissig 5 Z. haltenden Platten Z K, die in dem einen Falle so neben einander gelegt wurden, dass sie nur eine Säule von 8 Abwechslungen aber 10 Z. Seite bildeten, eine 16 mal größere Wirkung hervorbringen sollen, als dieselben Platten zu einer Säule von 32 Abwechslungen aufgeschichtet, aber letztere Säule wurde vielmehr kräftiger im Drahtschmelzen gefunden, sie schmolz 5 Z. Eisendraht Nr. 16 gänzlich zu Kugeln und machte 7 Z. rothglühend, jene nicht einmal 3 Z. 2. Bei beiden dienten Tuchscheiben, mit Salmiakauflösung getränkt, als Zwischenleiter. Auch Cuthbertson's Versuche 3, stimmen nicht mit WILKINSON's Gesetze überein, wenn sie gleich nicht so auffallend, als die eben angeführten abweichen. Da er nämlich zwei Trogapparate, jeden von 30 Plattenpaaren 6 Z. ins Gevierte so mit einander verband, dass sie eine einzige Batterie mit doppelt so großer Obersläche der einzelnen Platten bildete, so brachten sie von Eisendraht, dessen Durchmesser 0,01 Z. betrug (Nr. 11) eine Länge von 16 Z. zum Glühen, während ein einzelner Trog eine Länge von 8 Z. zum Glühen brachte. Bei gleicher Anzahl der Schichtungen nahm also das Vermögen, Draht zu schmelzen, nur im einfachen Verhältnisse der Oberstäche der einzelnen Platten zu. In einem andern Versuche mit einer gewöhnlichen ZK Säule von 1 Fuls im Durchmesser, deren Tuchscheiben mit verdünnter Salzsäure getränkt waren, stand dagegen bei gleicher Anzahl von Schichtungen die geschmolzene Drahtlänge im Verhältnis des Quadrats der Oberfläche der Platten. Damit stimmt auch ein Versuch H. DAVY's nahe überein, in welchem 20 Plattenpaare, jede von

¹ G.XXIII. 267. ff.

² G. X. 186.

⁸ G. XXIII. 263.

8 Fuls Fläche, von einem Drahte mehr als das 16fache zum Glühen brachten, als 20 Plattenpaare, jedes von 2 Quadratfuls Oberfläche 1. Uebrigens lässt sich aus theoretischen Gründen annehmen, dass das Verhältnis, in welchem die Wirksamkeit Volta'scher Apparate mit der Vergrößerung der Oberfläche zumimmt, ein Veränderliches sey, nach Verschiedenheit der Zahl der Schichtungen dieser Apparate, was auch schon durch die angestührten Versuche angedeutet wird.

3. Die verschiedene Beschaffenheit der feuchten Zwischenleiter wirkt hier nach demselben Gesetze, wie in der Bestimmung des Quantums der Wasserzersetzung. Die feuchten Leiter erhöhen nämlich im Allgemeinen die Wirksamkeit der Säule. Temperaturerhöhung hervorzubringen, in dem Grade, in welchem sie bessere Leiter der E. sind und zugleich eine stärkere oxydirende Wirkung auf das Zink ausliben. Am wirksamsten fand Curnsentson zum Drahtschmelzen eine Mischung aus einem Theile starker Salpetersaure, 10 Theilen Wasser und ein wenig Salzsäure 2. Die drei Mineralsäuren fand er in folgender Ordnung wirksam: Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure. Mit letzterer ist aber die Wirkung viel anhaltender. Als nach 14 Stunden bei Füllung der Troge mit ersteren die Batterie alle Wirkung verloren hatte, schmolz sie mit Salzsäure geladen noch 4 der arsprünglichen Drahtlänge, und selbst nach 2 Tagen noch 4, behielt auch diese Kraft 4 Tage bei, und noch nach 6 Tagen wirkte sie kräftig auf Wasserzersetzung. In allen diesen Fällen waren die Plattenpaare in der Zwischenzeit aus den Trogen herausgenomen worden. DAVY 3 fand eine mit 60 Theilen Wasser verdünnte Salpetersäure von 1,4 spec. Gewicht bei weitem wirksamer als eine gesättigte Auflösung von kohlensaurem Kali, ohngeachtet letzteres erstere an Leitungskraft für E. ihm zufolge weit übertrifft, und da concentrirte Schweselsaure, wenn gleich ein vortrefflicher Leiter, ohne alle Wirkung zum Drahtschmelzen ist, so stellt DAVY den allgemeinen Satz auf, dass die Flüssigkeit im Verhältnisse ihrer oxydirenden Kraft auch diese Wirkung der Säule vermehre. VAN MARUM und PFAFF

¹ Elem. of chem. Phil. p. 156,

² G. XLIV. 236.

⁸ G, XII. 384.

⁴ G. X. 145.

fanden dagegen die Wirkung nicht verstärkt, in dem Verhältnisse, in welchem die Flüssigkeit stärker anydirend wirkte, damentlich fanden sie die Salmiakauflösung wirksamer als voorcentrirte und verdünnte Selpetersäure, jedoch bedienten sie sich
hierbei nicht eines Trogapparats, sondern einer gewöhnlichen
Sänle mit Tuchscheiben; auch erhielten sie bei Auwendung: einer möglichst concentrirten Auflösung von Kali schon mit drei
Plattenpaaren von 5 Z. Seite merkliche Funken. Unter den Selsauflösungen zeigte sich in allen Versuchen mit Z K Säulen die
Salmiakanflösung vorzüglich wirksam.

93. Die Wärmeerzeugung findet aber nicht blofs bei der Sahliefsung der Säule durch feste Leiter und in diesen allein, sondern auch in den Flüssigkeiten statt. Buntzen 1 schmolz ih die Spitze einer Aformig gebogenen Rühre ein Thermometer, bis zu welchem die in feine Spitzen ausgehenden Metalldrähte reichten. Bei der Füllung der Röhre mit destillirtem Wasser stieg dus Thermometer nach 10 Minuten von 14° auf 23°. Bei der Füllung mit Salmiakauflösung stieg es in einigen Minuten auf 38°; in einem andern Versuche, wo'alle Ursachen der Abkühlung entfernt wurden, stieg das Thermometer auf 60°. Er Fig nahm dann zwei Röhren, in deren Spitzen sich zwei Thermo-137 meter befanden und wobei in a der eine, in b der andere Polardraht bis ans Thermometer reichte. Die Temperatur des Zimmers war 10° R. Nachdem die Säule von 1500 Plattenpasren eine Minute eingewirkt hatte, stand das Thermometer am positiven Drahte auf 12°, am negativen auf 8°. Nach Verlauf einiger Minuten stieg letzteres auf 10° und endlich blieben beide Thermometer bei 15° stehen. In Salmiakauflösung stiegen beide auf 200. Nach dem Gefühle zu schließen war die Temperatur in der mittleren Biegung der Röhre zu erkennen, also da, wo die Indifferenz von + und - E statt findet. Orneren 2 führt einen Versuch an, wo sich das Wasser in einer offenen, in weißem Wachs gemachten Rinne befand, ungefähr 3 Z. lang und 3 Lin. breit, nur etwas erweitert, wo die Thermometer eingesenkt waren. Die Zuleitungsdrähte bestanden aus Platin. die Temperatur der Luft betrug 10° C. Sobald die Kette geschlossen wurde, fingen die Thermometer an zu steigen, und

¹ G. XXV. 149.

² Ausicht der chemischen Naturgesetze. Berlin 1812. S. 161.

nach einigen Minuten stand das auf der Oxygensente auf 20°, 5, das auf der Hydrogenseite auf 18°, ein in der Mitte befindliches Thermometer aber auf 23°. In besser leitenden Flüssigkeiten fand OERSTED dagegen die Wärmeerseugung geringer, namentlich in Salmiakauflösung nicht über 3°. Im Wasser, welches durch einen Zusatz von Weingeist etwas an Leitungsfähigkeit verloren! hatte, stieg es auf der Oxygenseite auf 180,7, auf der Hydrogenseite auf 16°,2 und in der Mitteauf 20°,5. Die Saule scheint nach den unvollkommenen Andeutungen in Oungrun's Schrift nicht stürker als von 100 Platten gewesen zu seyn. Hierher gehört denn auch ein merkwürdiger Versuch Childnen's mit einem mächtigen Trogapparate. in welchem zwei gleiche Quantitaten Quecksilber in zwei Schälchen von gebranntem Thon, die eine mit dem einen, die andere mit dem entgegengesetzten Batteriepole und beide unter einander durch einen Platindraht in Verbindung gesetzt wurden, und zwar von solcher Dicke und Länge, dass der Draht während der Schlielsung stets glühend erhalten wurde. Es zeigte min das mit dem positiven Pole in Verbindung stehende Quecksilber nach 20 Minuten eine Temperatur von 121° F., der mit dem negatives Pole in Verbindung stehende aber nur eine Temperatur von 112º 1.

94. Auch die physiologischen Wirkungen der einfachen Kette werden durch Vervielfachung der letzteren auffallend und auf eine merkwürdige Art verstärkt. Wenn die einsache Kette auf das Gefühlsorgan unverletzter Theile keine merkliche Einwirkung außert, so zeigt dagegen die Saule eine solche in/einem sehr hohen Grade. 'Sie theilt im eigentlichsten Verstande Erschütterungen mit, die bis zum ganz Unerträglichen gehen konnen. Volta's erster Aufsatz über die eben von ihm er fundene Säule 2 handelt vorzüglich von ihren physiologischen Wirkungen. Man errichte eine Saule von 100 Plattenpaaren Z K von etwa swei Quadratzoll Oberfleche, mit Tuchscheiben, die mit kaltet Salmiakauflösung getränkt eind, deren Platten von 40 zu 10 mit Haken verschen sind. Schlielst man eine solche Baule mit vollkommen trockenen Fingern, so hat man so gut wie keine Empfindung, sind degegen die Finger genäst, so wird man, indem man den einen Finger auf die unterste Stelle

¹ G. Lu. 352.

² Philos. Traos. 1800. p. 416.

aufsetzt und nach der Reihe an der 10ten 20ten Platte u. s. f. schließt, von einer eigenthümlichen , betäubenden, den Finger zusammen schnürenden, und im Augenblicke der Schließung zugleich augenblicklich erschütternden Empfindung afficirt, die , um so unangenehmer wird, und um so weiter sich in der ganzen Länge des Fingers erstreckt, je größer das Stück der Säule ist, welches auf diese Weise geschlossen wird. Noch unangenehmer wird die Empfindung in den schließenden Fingern. wenn sie mit Kochsalzauflösung oder gar mit Salmiakauflösung beseuchtet sind. Dieses ist in noch viel höherem Grade der Fall, wenn man vom untern Pole der Säule aus einen breiten Stanniolstreifen in ein Becken mit Wasser, besonders mit warmen Kochsalzwasser gehen lässt, in welches die eine Hand getaucht wird, während man mit der andern gleichfalls mit Kochsalzoder Salmiakauflösung hinlänglich genässten Hand eine Metallplatte oder ein anderes hinlänglich großes Metallstück, am besten von Zink umfalst und durch eine rasche Berührung eines jener hervorstehenden Haken oder des Randes einer der Platten der Säule mit den Metallstücken schliefst. Schon bei der Berührung der vierten Platte einer wie oben beschriebenen Saule wird man beim Eintauchen eines Fingers in das Becken eine Art von stechender Empfindung bemerken, beim Eintauchen der ganzen Hand wird man bei Berührung der zehnten Platte schon eine leichte Erschütterung fühlen, die bis zum Handgelenke in beiden Handen sich erstreckt, bei der Berührung der 40sten Platte erstrecken sich die Erschütterungen durch beide Arme bis zu den Schultern, vorzüglich durch denjenigen Arm, dessen Hand in das Wasser des Beckens eingetaucht ist, wenn dasselbe mit dem negativen Pole in Verbindung steht; ist blofs ein Finger eingetaucht, so concentriren sich diese Erschütterungen mehr ausschließlich auf diesen, sind um so schmerzhafter und fast unerträglich, Schliesst man bei der 60sten, 70sten Platte, so werden diese Erschütterungen immer unangenehmer, erstrecken sich bis in die Brust, und sind, wenn men sich entschließen kann, die ganze Säule so zu entladen, so heftig, dals man den Versuch nicht leicht wiederholt. Dabei sind mit diesen Erschütterungen auch krampfhafte Zusammenziehungen der Muskeln verbunden; wiederholt man kurz nach einander die Schließungen selbst nicht höher hinauf als bis zur 40sten Platte mit zwei Metallstücken, die man mit der nassen Hand wohl umspannt

hat, so wird der Arm gleichsam betäubt. Die angenblickliche Erschütterung, welche man bei der Schliefsung empfindet, vergleicht Vorra mit derjenigen, welche eine Batterie von sehr großer Obersläche, die zu einem sehr sohwachen Grade von Spannung geladen ist, ertheilt, voransgesetzt, dass man auf dieselbe Weise durch große Metallstücke, die mit den nassen Händen umfalst sind, die Entladung vornehme 1. Von dem Schlage einer malsig geladenen Leidner Flasche unterscheidet sich der galvanische Schlag dadurch, dass jener weit weniger nach Innen zugehend, die Organe gleichsam mehr von Außen trifft und in einem Momente erschöpst ist, der galvanische hingegen weit mehr in das Innere der Organe eindringt, und man gleichsam. seine Fortpflanzung im Innern längs dem Laufe der Nerven recht deutlich unterscheidet. Auch haben nach VOLTA's Versuchen 2 die Erschütterungen, die seine Sanle ertheilt, die größte Aehnlichkeit mit den Erschütterungen, welche die Krampfrochen verursachen.

Wenn man durch Schließung der Säule auf die oben angegebene Weise eine Erschütterung erhalten hat, und in der Schließung beharrt, so empfindet man zwar im Anfange nichts besonderes, aber bald tritt eine eigenthümliche Art von schmerzhafter Empfindung, die mit einer eigenen Hitze begleitet ist, ein, nimmt bei großen Säulen zu, so, dass sie endlich fast unerträglich werden kann. Schließt man, während man entweder die Hand in das Becken mit Wasser taucht, nach welchem der Stanniolstreisen von dem einen Pole geht, oder indem man eine mit der Hand umspannte Metallplatte auf den Haken der untern Platte der Säule aufsetzt, an irgend einem befeuchteten Theile des Gesichts z. B. an der Stirne, der Nasenspitze, den Augen, oder an irgend einer Stelle des Körpers, der mit einer zarten Oberhaut bedeckt ist, so hat man im Augenblicke der Schliesung eine Art von Stols, und eine eigenthümliche schmerzhafte, stechende Empfindung, die bei schnell wiederholter Oeffnung und Schliefgung zu einem unerträglichen Gefühle wird. man die Verbindung nach der Schließung nicht wieder auf, so lälst zwar das schmerzhafte Gefühl für einige Augenblicke wieder nach, aber bald entwickelt sich an dem berührten Theile

¹ Vrgl. Volta in G. X1V., 264

² a. a. 0.

eine andere Art von Empfindung, ein stechender Schmerz, der sich auf den berührten Theil einschränkt. Dieselbe Art von Erschütterung in den Fingern, Armen u. s. w.; die man im Augenblieke der Schließung empfindet, kehrt wieder, wenn man nach kurzer Zeit wieder öffnet, doch im Ganzen im geringeren Grade als bei der Schließung.

RITTER will einen ähnlichen Gegensatz in der Einwirkung der beiden Pole auf das Gefühlsorgan bemerkt haben, wie ihmzufolge sich in den Empfindungen der Sinnergane zeigt, die schon durch die einfache Kette merklich afficirt werden. des Gefühl 1 soll nämlich unter ganz gleichen Umständen der Schlag an der negativen Seite stärker erscheinen, als an der positiven, aber diese größere Stärke soll gleichsam nur eine scheinbare seyn, nicht abhängig von einem großeren Quantum von Thätigkeit, wie man am besten daraus erkenne, dals, wenn man bei wiederholtem Oeffnen und Schließen der Kette allmälig kleinere Stücke der Säule auf sich einwirken lasse, indem man jedesmal mit den befeuchteten Fingern an beiden Polen schliefst, beide Schläge doch ganz gleichzeitig aufhören, fühl- . bar zu seyn, sondern von einer specifischen Verschiedenheit und gleichsam entgegengesetzten Qualität; der Finger auf der negativen Seite 2 wird von seinem Verbindungsorte mit der Batterie aus nach innen zu, wie in gerader Linie schneidend durchdrungen, es ist fast, als wenn durch und durch in ihm etwas weggenommen würde, als ob der Finger, die Hand schwande, und man kann den genzen Vorgang mit keinem kürzeren Namen, als dem von Contraction im eigentlichen Sinne des Wortes belegen. Der Finger am positiven Pole im Gegentheile wird im Augenblicke des Schlags seiner Hülle gleichsam zu eng, es ist ein Drängen und Treiben, als welke er aus sich selbst heraus, er befindet sich in einem Zustunde von Auftreibung und Spanning genau so, wie wenn er entzündet und davon angeschwollen ware. Das bündigste Wort ist Expansion. soll des Eigenthümliche des Schlags von jeder Seite seyn, wie grofs oder klein er auch sonst seyn möge, und in allen Theilen, auf welche sich der Schlag bezieht, und in welchen das Gemeingefühl zunächet in Anspruch genommen wird, ist dasselbe auf

¹ Beiträge II. Bd. 2tes St. 8. 16. 17.

² a. a. O. S. \$2.

gleiche Weise afficirt. RITTER führt im dieser Hinsicht mehrete einzelne Theile an, an welchen sich ihm dieses bestätigt habe. So soll z. B. der Schlag, wenn man an der Zunge von der positiven Seite aus schließt, deutlich mehr von innen nach außen gehen und ganz genau einen Eindruck zurücklassen, als ob von dem Schlage eine Beule auf ihr entstanden wäre, der Sollag von der negativen Seite soll dagegen mehr von außen mach innen gehen, und einen Eindruck zurücklassen, als ob ein Loch in die Zunge geschlagen ware u. s. w. Zugleich soll' am positiven Pole mit jenem Gestihle der Expansion jedesmal ein Gefühl der Wärme und am negativen Pole mit dem Gefühle der Contraction auch das der Kälte eintreten 1. Im Augenblicke der Trennung sollen sich alle diese Erscheinungen in die entgegengesetzten unwandeln; der im Augenblicke der Schliessung am positiven Pole scheinbar schwächere Schlag ist dann der stärkere mit dem Gefühle der Contraction und der Verminderung der Wärme; am negativen Pole ist dagegen beim Oeffnen der Schlag der scheinbar schwächere, mit dem Gefühle der Expansion und der Vermehrung der Wärme 2.

So bestimmte Gegensätze und Verschiedenheiten haben indels so wenig ich selbst als andere, die ich nach ihren Empfindungen befragte, wahrnehmen können. Allerdings schien mir der Schlag an der negativen Seite gleichfalls etwas schmerzhafter, als an der positiven, und mehr zusammenschnürend, aber auch in dem Schlage am positiven Pole lag etwas von jener Zusammenschnürung, auch hatte ich gewöhnlich an dem Finger, welcher mit dem negativen Pole in Berührung war, mehr das Gefühl der Warme, als in dem Finger, auf welchender positive Pol unmittelbar wirkte. Jedoch selbst Ritten wi-In seinen Versuchen und derspricht sich in dieser Hinsicht. Bemerkungen über den Galvanismus 3 sagt er atisdrückfich: "derselbe Pol der Batterie, welcher im Ohre den stärkeren und zugleich höheren Ton, und in der Hand die höhere Wärme giebt, giebt im Auge die rothe Farbe, derselbe Pol, der im Ohre den tiefern und zugleich schwächeren Ton, und in der Hand Kälte giebt, derselbe giebt im Auge blaue Farbe." Hier

¹ Beiträge II. Band S. 4. St. S. 102.

² Beiträge ebendus. S. 75.

³ Voigt's Magasin VI. S. 97 ff. and Ph. ch. Abh. III. S. 162.

wird also vielmehr dem negativen Pole die Eigenschaft zugeschrieben, Wärme zu erzeugen. In seinen Dictaten 1 sagt er dagegen; "Ueberall, wo der Körper oder das bestimmte Organ desselben genöthigt ist, sich zu oxygeniren, tritt für das allgemeine Gefühl bei der Schließung Contraction, wo es genöthigt ist, sich zu hydrogeniren, Expansion ein, und verharrt die Zeit der Schließung über. Jene (die Contraction) ist überall mit dem Gefühle von Wärme, diese (also die Expansion) mit einem Gefühle der Kälte begleitet." Hier wird demnach dem positiven Pole Erregung von Contraction für das Gemeingefühl zugeschrieben, der nach dem obigen vielmehr Expansion hervorrufen sollte, und so umgekehrt, im Widerspruche mit dem obigen, dem negativen Pole eine expandirende Einwirkung. Was die ähnlichen, nur nach der Natur der Empfindungen jedes Sinnorgans sich eigenthümlich gestaltenden, Gegensätze der Einwirkung der entgegengesetzten Pole betrifft, so glaubt Rix-TER alles das, was in dieser Hinsicht schon oben Nr. 53. bei der einfachen Kette angeführt worden ist, vollkommen bestätigt gefunden zu haben, so zwar, dass der positive Pol die Function des potisiven Metalls in der einfachen Kette, und der negative Pol die des negativen vertritt.

Was insbesondere die Einwirkung auf das Auge betrifft, so tritt ein über das ganze Gesicht sich verbreitender blitzähnlicher Lichtschein bei jeder Verbindung irgend eines innern oder äußern Theiles des Vorderkopfes, der entweder an sich befouchtet, oder vorher nass gemacht ist, z, B, der innern Fläche der Backen, der Nase, der Nasenspitze, der spongiösen Substanz der Zähne, der Stirn, der Augenbraunen, mit dem einen Pole ein, wenn man mit dem Finger oder sonst einem Theile des Körners am anderen Pole achliesst, oder noch besser die Schließung umgekehrt vornimmt. Am stärksten ist indels dieser blitzähnliche Schein, wenn das Auge selbst in die Kette gebracht, diese also unmittelbar an dem Augapsel oder an den Augenbraunen geschlossen wird. Der Gegensatz von Blau und erhöhtem Lichtzustande durch den positiven und von Roth und vermindertem Lichtzustande durch den negativen Pol soll sich nach RITTER hierbei besonders auffallend zeigen, und beim Oeffnen soll jeder Zustand in den entgegengesetzten übergehen.

¹ Ph. ch. Abh. III, 8, 293.

In der Nase erregt nach Rittun der negative Pol, wenn man den Polardraht in die Höhle derselben führt, einen Drang zum Niesen, endlich dieses aelbst und zugleich eine Spur von Geruch nach Ammoniak; der positive Pol dagegen hebt die vorhandene Fähigkeit zum Niesen auf, und bringt überhaupt eine Abstumpfung der Nase, wie etwa durch oxygenitte Salzsäure hervor. Zuweilen hat man selbst eine Art von saurem Geruch. Beim Oeffmen gehen die Zustände, die während des Geschlossenseyns angehalten haben, in die entgegengesetzten über.

Auf der Zunge bewirkt der positive Pol, nachdem die erste Empfindung des Schlags im Augenblicke der Schlielsung vorüber ist, einen sauren Geschmack, welcher nach anhaltender Schliesung bei der Trennung in einen bittern alkalischen übergeht, beim negativen Pole findet die umgekehrte Ordnung statt. Der Geschmack wird auch wohl als eine Art von Duft im Munde empfanden, wenn man an einem dem Munde nahe gelegenen Theile des Vorderkopfes z. B. an der Nasenspitze, schliefst.

Was die Einwirkung auf das Gehörorgan betrifft, so bemerkt schon Volta 1, dass, als er zwei mit den beiden Polen einer Säule von 40 Plattenpaaren verbunden, vorn abgerundete Metalldrähte so tief wie möglich in die beiden Ohren hineinbrachte, er im Augenblicke der Schliefsung eine Erschtitterung im Kopfe empfand, und einige Augenblicke nachher ein nicht zu beschreibendes Geräusch, eine Art won Zischen oder stolsweisem Bollern, wie wenn eine zähe Materie kochte, und das, ohne zuzunehmen, die ganze Zeit der Schließung hindurch fortdauerte. Nach RITTER 2 soll das mit der Schliessung der Kette entstehende Geräusch von einem Tone begleitet seyn, der, wenn beide Ohren zugleich in der Kette sind, als G der eingestrichenen Oetave oder g zu unterscheiden ist; befindet sich nur ein Ohr in der Kette, so ist vom positiven Pole aus der Ton tiefer als g, am negativen aber höher. Zugleich soll der Schlag und Schall vom negativen Pole stärker seyn, als vom positiven. Diese Tone sollen während der Schliessung anhalten und bei der Trennung in die entgegengesetzten übergehen.

Man wird zugeben müssen, dals ein sehr feiner Beobachtungsgeist nöthig ist, um solche Bemerkungen mit einer solchen Be-

¹ Phil. Trans. 1800 p. 427,

² Boiträge a. a. O. S. 160,

stimmtheit machen zu können. Meine eigenen Evfahrungen dimmen mit denen Ritten's nur in Betreff des Geschmacks überein, und in Hinsicht auf die Einwirkung auf des Auge glaubte ich bisweilen etwas Achnliches beobachtet zu haben. Ich beziehe mich übrigens auf das, was ich schon oben Nr. 53. hierüber bemerkt habe.

Die Erschütterungen starker Volta'scher Säulen können wie die einer Leidner Flasche einer Reihe von Personen gleichzeitig mitgetheilt werden, wenn sie sich mit nassen Händen anfässen und die beiden äußersten, die eine am positiven, die andere am negativen Pole schließet.

95. Hier mögen dann auch einige für die Theorie noch aus einem andern Gesichtspuncte interessante Versuche über die Fortpflanzung der erschütternden und wasserzersetzenden Kraft der Volta'schen Säule durch weite Strecken von Leitern ihren Platz finden. ERMAN 1 wählte zu seinen Versuchen eine Stelle in der Havel bei Potsdam, wo sich der Strom in eine breite. seeartige Wassersläche ergielst. Auf einem Nachen, der weit hinaus im Strome durch Pfosten unbeweglich erhalten wurde, errichtete er eine Zank - Silbersäule von 100 Schichtungen. dem einen Pole hing ein Draht in des Wasser. Zum entgegengesetzten Pole gehörte ein Draht, der in einer Länge von 1244 Fusa über dem Wasserspiegel und parallel mit demselben ausgespannt und an einem Pfosten von gut isolirendem Holze befestigt war. Dieser Draht war mit dem Pole der Saule vermittelst eines Gasapparats verbunden. Im Augenblicke als das abgewandte Ende des Drahts den Wasserspiegel durch einen angebrachten metallischen Zuleiter berührte, ging in einem Nu die Wasserzersetzung von Statten, und zwar gerade mit derselben Energie, als wenn der Gasapparat unmittelbar von Pol zu Pol angebracht worden were, so dass sich die Wirkung vollkommen gleich blieb, der schließende Bogen mochte eine Ausdehnung von 14 Fuß oder von 249 Fuß haben, wovon überdies die Hälfte eine ungeheure Menge von unisolirtem Wasser war. Zog man den Draht vom untern Pole aus dem Wasser heraus, so hörte ebenfalls alle Wasserzersetzung auf; hielt man mit der einen Hand das Ende des langen ausgespannten Polardrahtes, während man mit der andern irgend einen Punct der grossen Wasserfläche berührte, so bekam man eine Commotion beinahe eben so stark,

¹⁻ G. XIV. 885.

ale hitte man die Pole durch gemeinschaftliche Berührung mit beiden Händen entladen. Das Nämliche fand statt, wenn das Ende des langen Polardrahtes ins Wasser hing, und man 129: Fuls davon den Drakt des entgegengesetzten Pols in die eine Hand nahm und mit der andern die Oberfläche des Wassers berührte. Hing das Ende des langen Drahtes ins Wasser, und wurde der entgegengesetzte Polardraht aus dem Wasser gezogen, so gab das Elektrometer, welches men an das Ende des langen Drahts oder an das darunter stehende Wasser applicitte, eine sehr starke positive Divergens 1, die in einem Umkreise von 3 bis 4 Fuß um diesen Polardraht immer sehwächer wurde und in einer Entfernung von 6 Fuls Radius ganzlich aufhörte. Alles verhielt sich unter gleichen Umständen auf die entgegengesetzte Weise am negativen Pole. Hingen beide Pole ins Wasser, so zeigte das Elektrometer nirgend eine Spur von Divergenz. An das isolirte Ende des 1244 Fuls langen Drahtes wurde nun ein Draht von beinahe 100 Fuls geknüpft. Dieser war auf einer Rolle aufgewunden. Enman ruderte dann in einem Nachen fort, während er den Draht abwickelte. In welcher Richtung er auch fohr, überall wurde ein ganz unversehrter Frosch, den er, indem er sich selbst isolirt hatte, so hielt, daß seine Hinterfüße den Draht begührten, in die beftigsten Zuckungen versetzt, sobald der Kopf oder die Vorderfüsse an die Oberfläche des Wassers gebracht wurden. Aber auch ein einsaches Element von Zink und Silber war im Stande, durch diesen mächtig langen Bogen das Praparat in die heftigsten Zuckungen zu versetzen. Die Fische der Havel schienen stets außer dem Kreise zu bleiben, wo das Elektrometer noch afficirt wurde, zeigten aber bei wirklicher Entladung heine Spur eines empfundenen Reizes. Gesentbindung und Zusammenfallen des Blektrometers waren stets gleichzeitig im Augenblicke der Schließung.

Bassz in Hameln 2 hat diese Fortleitung noch weiter durch große Strecken der Weser und des seuchten Erdbodens getrieben. Als er jeden Pol mit einem Drahte von 4000 Fuß Länge verband, so zeigten sich im Augenblicke der Schließung der beiden äußersten Enden durch gut ausgeglühte Holzkohlen

¹ Hier scheint ein Druckfehler obzuwalten, denn an einem ao wohl abgeleiteten Pole sollte das Elektrometer nach der Analogie aller Versuche keine Spannung mehr zeigen.

² G. XIV.

oder durch ein Goldblättchen lebhafte Funken. In der gefrornen Weser öffnete er einige Schritte vom Ufer das Eis, stellte seine Säule neben die Oeffnung, und verband den Draht des -Pols mit der Weser; an dem entgegengesetzten Ufer des Stromes in einer Entfernung von 500 Fuls vom Standorte der Säule. öffnete er das Eis abermals, zog einen isolirten Eisendraht vom + Pole der Säule queer über die Weser bis andiese Oeffmung, stellte sich auf ein Isolatorium, nahm die Endspitze des + Pols der Säule in den Mund und berührte mit der Hand das Wasser der Weser, worauf er eine augenblickliche Erschütterung an der Zunge und in den Fingerspitzen, einen sauern metallischen Geschmack und Blitze vor beiden Augen verspürte. Wurde eine zinnerne Schale unmittelbar auf das Wasser in die Oeffnung gesetzt, so konnten durch ein am Ende des positiven Drahtes angehängtes Goldblättchen Funken entlockt werden. durch eine Strecke von 4000 F. der Weser und einen auf hölzernen, in Löchern des Eises eingelassenen, Pfosten isolirten Draht pflanzte sich die Wirkung der Säule ungestört fort. Als der Versuch auf einer Insel der Weser bei offenem Wasser angestellt wurde, war die Vorrichtung getroffen, dass die galva-. nische Leitung ihren Weg theils mit dem Strome, theils gegen den Strom durch eine Strecke von 1500 Fuß nehmen mußte. Ja 'als Basse durch eine Strecke von 200 Fuls des Erdbodens von einem Brunnen entfernt war, in dessen Wasser der negative Pol durch einen Draht hineinreichte, empfand er lebhafte Erschütterungen, als er an dem positiven Polardrahte, der bis zu dieser Entfernung isolirt fortgeführt war, die Kette schlofs. Als Bassk von dem einen Pole aus einen isolirten Eisendraht von 2000 Fuls Lange über eine Wiese hinführte, einen Eisendraht von dem andern Pole in das nasse Erdreich leitete, und da, wo. sich der erste Polardraht endigte, gleichfalls einen Eisendraht in das Erdreich versenkte, und die Enden dieser Drähte in zwei , isolirte zinnerne, mit Kochsalzauflösung gefüllte Schalen gehen! liefs, erhielt er lebhafte Erschütterungen, als er mit seinen Händen durch Eintauchen in beide Schiisseln die Kette schlofs.

96. So wie die Stärke des chemischen Processes und der Wärmeerzeugung, so ist auch die Stärke des Schlages eine Function der verschiedenen Hauptbestimmungen der Säule, welche Abänderungen zulassen, nämlich der Zahl der Schichtungen, der Größe der Oberfläche der einzelnen Plattenpare, so weit

sie mit dem feuchten Leiter in Berührung kommen und der Beschaffenheit des feuchten Leiters sowohl an und für sich als auch in Beziehung auf einander, jedoch nach Verhälmissen, die nicht ganz mit denen übereinstimmen, nach welchen die Stärke der beiden ersteren wächst. Im Allgemeinen nimmt mit der Zahl der Schichtungen die Stärke des Schlages zu, und bei Säulen von mehreren, hundert Platten empfindet man ihmanch selbst noch 🗸 bei der Berührung der Pole mit trockenen Fingern. Diese Stärke fand RITTER in einem Versuche bis auf 2000 Lagen einer Kupfer - Zinksäule von ohngefähr 2 Quadmtzoll Oberffäche der fenchten Pappscheiben, die mit Salmiakaustosung getränkt waren, noch gunehmen und der Schlag derselben war so heftig, dass es unmöglich war, ihn auch nur mit trockenen Händen bis 2000 hierauf zu verfolgen. Eine Reihe von 50 Personen, ebenfalls nur durch die trockenen Hände verbunden, wurde schon auf das stärkste erschüttert. In Beziehung auf den oben nach Rix-TER angegebenen Dualismus und respectiven Gegensatz der Empfindungen, welche durch die entgegengesetzten Pole in den verschiedenen Sinnorganen erregt werden, will RITTER noch auserdem die Beobachtung gemacht haben, dass bei allmäliger Zunahme der Einwirkung der Volta'schen Säule diese Empfindungen sich gerade in die entgegengesetzten werwandeln, indem sie durch, eine Art von Indifferenz hindurchgehen, so dass über diesen Punct himaus der + Pol dann vielmehr im Augenblicke der Schließung die Empfindungen, welche der - Pol bei schwacher Einwirkung hervorbringt, erregt, und eben so der - Pol die Empfindungen, die bei schwächerer vom + Pole abhängen. Wenn man z. B. bei einer Saule von 150 bis 200 Plattenpaaren Z K von etwa zwei Quadratzoll Oberfläche und mit Salmiak geschichtet einerseits mit der mit Salmiak befeuchteten Hand, andererseits mit Eisen oder Messingdraht an den befeuchteten Augenbraunen schließt, so hat man nach RITTER, wenn man erst wenige Lagen in den Versuch nimmt, das Blau im Auge am + Pole, es nimmt zu, so wie man steigt, endlich steht es still, es trübt sich, es wird eine gemischte Farbe grüner Art daraus, doch nicht so bestimmt grün als das vorige Blau war, dann entwickelt es sich zu Gelb, bis es endlich das herrlichste Roth wird, von einer Intensität, welche selbst die am - Pole übertrifft. Trennt man nach einiger Zeit anhaltender Schließung die Kette, so hat man Blau, dieses wird aber sehr bald schwach,

und geht durch die nämliche Art von Grün in schwaches Gelbroth oder Roth über, in welchem dann das Phänomen erläscht. Am negativen Pole braucht man etwas mehr Lagen, bis der Wendepunct eintritt. Die Lichtzustände sollen jedoch nicht wechseln. Dieselben Umkehrungen sollen auch in den Empfindungen des Geschmackorgans eintreten, und zwar soll der same des positiven durch einen neutralsalzigen, wie von Kochsalz, in den bestimmtesten brennend alkalischen und so umgekehrt der -negative alkalische in den sauren positiven sich verwandeln. Um diese Beobachtungen leichter anstelleu zu können, ist es gut, dass man mit dem Organe, dessen Empfindung man kennen lernen will, zuerst mit dem einen Pole in Verbindung tritt, und dann mit der Hand an dem andern Pole schliefst. für die Gefühle von Wärme und Kähe soll diese Umkehrung auch schon durch die Einwirkung von Säulen von 100 Platten--paaren, die mit Salmiak geschichtet sind, eintreten 4.

Diese ganze Darstellung hängt bei RITTER mit einer seltsamen Hypothese von sogenannten Flexoren oder einer bedingten und Extensoren oder unbedingten Erregbarkeit zusammen. Mir hat es nie gelingen wollen, in dieser beweglichen Sphäre der Empfindungen alles so regelmäßig erfolgen und fixirt zu sehen. Auch finde ich von keinem einzigen Physiker diese Beobachtungen durch Wiederholung bestätigt, wie es denn überhaupt höchst schwierig ist, bei sehr starker Action der Säule seine Empfindungen noch genau zu unterscheiden.

Die Vergrößerung der Oberstäche der Plattenpaare von einer gewissen Grenze an scheint sür eine gewisse Anzahl von Schichtungen und bei Anwendung eines bestimmten Leiters keine Verstärkung der physiologischen Wirkungen, und namentlich des Schlages, zur Folge zu haben. Van Manum und Praer² fanden bei der Anwendung von Salmiakaustönung die Schläge von gleichviel und zwar von 20 Schichtungen zweier Säulen, wovon die Platten der einen nur 1½ Z. im Durchmesser, die der andern 5 Z. Seite hatten, so ganz übereinstimmend, daß kaum eine Verschiedenheit zwischen ihnen wahrzunehmen war. Simon² fand jedoch die Schläge von

¹ Beiträge II. S. u. 4. St. 8. 163.

² G. X. 142,

⁵ Ebend. VIII. 498.

18 Schichtungen Z K von 8 Z. Durchmesser mit Kochseltuflösung eben so stark als von 30 bis 40 Schichtungen aus Platten von 2 Z. Durchmesser. Bior, ohne Zweisel durch seine irrige Hypothese zon der Wirkungsart der Vergrößerung der Oberfläche verfichet, behauptet soger 1, die Erschütterungen milsten abnehmen, indem die Oberfläche der Me-Metallplatten zunimmt, dech ohne dals darum umgekehrt die Erschütterungen mit Verminderung der Oberfläche immerfort zanehmen, vielmehr in einem gewissen Sinne abnehmen, weswegen eine kleinplattige Saule einen durchdringenden aber wemigen hestigen Schlag als eine aus großen Platten zusammengesetzte gebe. Wirklich will er gefanden haben, dass eine Z K Saule von kreisförmigen Scheiben, 14 Z. im Durchmesser heltend und aus 12 Paaren bestehend, kaum einige Erschütterung in den befenchteten Eingerspitzen erregte, während eine Saule von 50 Centimenstücken und 50 Zinkscheiben von gleicher Größe einen durchdringenden Schlag gab. VOLTA erklärt als die Grenze, bis zu welcker allein die Vergrößerung der Oberfläche der Platten noch eine Verstarkung der Erschütterung hervorbringe, eine mit dem Durchschnitte des Handgelenks übereinstimmende Ausdehnung ihrer Oberfläche. Diese scheinbaren Abweichungen von einander rühren vorzüglich davon her, dass man die Oberfläche war an und für sich und nicht zugleich in Beziehung auf die andern Momente betrachtet hat. Ritten 2 bemerkt in dieser Hinsicht, dass bei gleichbleibender Anzahl der Schichtungen. die Versterkung der Schläge, die von dem kleinsten Durchmesser an bis zu dem von 6.Z. noch stuttfinde, bei großen Platten dann erst recht auffallend werde, wenn man die Hände mit einet gut leitenden Flüssigkeit gehörig befeuchte, und große Metallmassen, die man mit den Händen umfalst, zur Entladung gebrauche, und dass der Einsluss der Vergrößerung der Oberstäche bis zu jener Grenze auf die Verstärkung der Schlege um so merklicher sey, je besser die E. durch den feuchten Zwischenleiter geleitet werde, am stärksten daher bei Salmiakauflösung; weniger, bei Kochsalz, und am wenigsten bei Wasser. Damit stimmen dann auch meine eigenen Versuche überein. Den Einfluss der Beschaffenheit des feuchten Zwischenleiters betreffend gils

¹ G. X. 27.

² Ph. ch. Abh. III. 878.

im Allgemeinen dasselbe Gesetz wie für die Verstärkung des chemischen Processes in der Gasrohre.

97. Es ist noch eine interessante, zu dieser allgemeinen Betrachtung des verstürkten Galvanismus gehörige, Frage, wie weit überhaupt die Wirkungen einer Volta'schen Säule getrieben werden können, ob es ein Maximum, eine Grenze für dieselben gebe, nach deren Ueberschreitung sie nicht weiter zunehmen, oder gar wieder abnehmen, oder ob diese Grenze bisher nirgend anders gefunden worden sey, als in den beschränkten Mitteln der menschlichen Macht. Ritten 1 hat diesen Gegenstand mit Scharfsinn erörtert, und die Frage sowohl durch theoretische Betrachtungen als durch unmittelbare Versuche zu lösen gesucht. Ich beschränke mich hier zunächst nur auf Mittheilung jener letzteren Antwort.

RITTER fand für die drei Hauptclassen von Wirkungen der ·Volta'schen Säule, die damals bekannt waren, die chemischen physischen (Feuererzeugung) und physiologischen, unter gegebenen Bestimmungen allerdings gewisse Grenzen oder Maxima, über welche hinaus diese Wirkungen nicht weiter verstärkt werden, sondern vielmehr wieder abnehmen, die aber für diese verschiedene Classen von Wirkungen selbst wieder verschieden ausfallen, und sich für jede einzelne abändern, so wie die Verhältnisse der drei Hanptmomente in der Säule, von welchen die Stärke ihrer Wirkungen abhängt, Zahl der Schichtungen, Größe der Berührungsfläche der Metallplatten mit dem feuchten Leiter und Beschaffenheit dieses letzteren selbst sich verändern, so dass in diesem verschiedenen Verhältnisse der Grund selbst liegt, dass man die Verstärkung einzelner Wirkungen möglicher Weise einer Vergrößerung ins Unendliche fahig annehmen muß. einer Kupfer - Zinksäule von etwa 13 Quadratzoll Berührungsfläche mit dem feuchten Leiter, der in Form von Pappscheiben won der Dicke einer Linie angewandt wurde, fand sich für jede Art der Wirkung, nämlich die Funken und damit gegebene Verbrennungserscheinungen von Metallen, die Wasserzersetzung in Gasröhren mit Golddrähten, deren Enden eine Linie von einander abstanden, (wobei die Weite der Glasröhre nicht näher angegeben ist, die jedoch auf das jedesmalige Maximum gleichfalls ihren Einfluss ausüben muss) und die Erschütterungen ein

¹ Ph. ch. Abh. III. 362.

Maximum in der Anzahl der Schichtungen, tiber welches hinaus die Wirkung nicht mehr zunahm, sondern vielmehr abzunehmen schien. Dieses Maximum trat am frühesten für die Funken und Verbrennungserscheinungen ein, dann für die chemische Zersetzung, und war kaum für die Erschütterungen zu finden; es anderte sich indels nach Verschiedenheit des feuchten Leiters, und zwar fiel es um so weiter hinaus, ein je besserer Leiter die angewandte Flüssigkeit war (von denen jedoch nur 4, Salmiakauflösung, Kochsalzauflösung mit Lackmusdecoct und Rindsgalle, Kochsalzansiösung und Brunnenwasser angewandt wurden, deren Leitungsvermögen in dieser Ordnung abnimmt). Zur Erläuterung mögen hier folgende Versuche stehen. Ritten baute · eine Säule von 1000 Lagen, deren Pappscheiben mit einer Brühe von Kochsalzlösung, Lackmusdecoct und Rindsgalle befeuchtet waren, er vertheilte sie in 10 kleinere Säulen, jede von 100 Lagen und verband sie dann auf die bekannte Weise (Nr. 69) zu einer einzigen großen Säule. An dem obern positiven Ende einer jeden einzelnen kleinern Säule hing er ein Goldblättchen auf, und fing nun an erst 100, dann 200, dann 300 Lagen und so fort in den schließenden Kreis zu nehmen. So fand er ein Maximum der Verbrennung bestimmt zwischen 200 und 300 Lagen, über diese hinaus wurden zwar die Funken (mit Risen gegen Eisen genommen) noch eine Zeit lang dem äußeren Ansehen nach größer, aber sie verloren stets mehr an Energie am Goldblatte, bis zuletzt alle 1000 Lagen zusammen kaum noch eine Spur von wahrer Verbrennung zeigten, und die geringe Wirkung des Funkens auf das Goldblatt eine noch bloß mechanische (?) zu seyn schien. Die Wasserzersetzung nahm von 100 zu 100 Lagen zu, doch nach und nach immer weniger und bei 600 Lagen stand sie mit der Erreichung eines Maximum für diese ganze Batterie still. 700, 800 Lagen und so fort wirkten schon wieder schwächer und alle 1000 beträchtlich schwächer als vorher blos 400. Für die Schläge war dagegen kein Maximum zu finden und sie wuchsen an Stärke noch so auffallend nach dem Ende der Säule zu, dass man vermuthen konnte, das Maximum liege über 1000 weit hinaus. Selbst bei 1500 Lagen einer Säule von gleicher Construction war das Maximum nicht zu finden, auch wenn die mit Eisen armirten Hände bloß mit Wasser befeuchtet weren.

Bei Kochsalzauflösung lag das Maximum für die Funken

bei 200, für die Wasserzersetzung bei 300; 1000 wirkten nur noch wie 300.

Bei Salmiakauflösung lag das Maximum für die Funken zwischen 600 und 800, von wo an sie erstanfingen an Kraft abzunehmen, für chemische Zersetzung selbst noch nicht bei 2000. Die Erschütterungen nahmen bis zu 2000 noch so sehr an Hestigkeit zu, dass nach der Analogie zu erwarten war, ihr Maximum werde sich erst bei 18000 bis 20000 Lagen finden. Bei Brunnenwasser endlich trat für Funken schon zwischen 150 bis 200 das Maximum ein, indem er, von Eisen zu Eisen genommen, ganz ohne rothe Seitenstrahlen war, und mehr oder weniger ein blassblaues Kügelchen bildete, welches wuchs und wuchs, und immer blauer und zugleich durchsichtiger wurde, bis es bei 1000 Lagen auch seinem Geräusche nach die größte Aehnlichkeit mit einem sehr kleinen Funken einer sehr schwach geladenen Leidner Flasche hatte. Für die Wasserzersetzung war die Wirkung scheinbar zwar zunehmend bis zur 1000sten Platte, wenn man jedesmal eine kurze Zeit im Kreise verweilte, wenn man aber auf die 3 bis 8 Minuten fortdauernde Action sieht, zwischen 100 und 200, indem wenn man weiter heranf kommt, diese fortdauernde Action nach sehr schneller Abnahme bald gänzlich fehlt, bei 1000 Lagen endlich sich auch nicht eine Spur mehr davon findet, und nach Oeffnung der Kette ein Zwischenraum von 10 bis 15 Minuten eintreten muß, bis bei der neuen Schliesung wieder einige Action zum Vorschein kommt; für die trockenen Hände lag das Maximum noch nicht bei -1000, bei mit Wasser beseuchteten und mit Eisen armirten Händen aber zwischen 600 und 700, so daß die Erschütterungen bei 900 Lagen schon weit schwächer waren, bei mit Kochsalz befeuchteten Händen schon zwischen 500 und 600, bei mit Salmiak befeuchteten Händen gar schon zwischen 300 und 400, und zwar so, dass in allen diesen Fällen nach einem Maximum der Schlag schnell an Energie abnahm, aber zugleich an Extensität zunahm, indem die Schläge sich mehr über den ganzen Körper verbreiteten, dabei aber immer ' trüber und leerer wurden, bis sie endlich von dem Schlage einer sehr kleinen, aber stark geladenen, Leidner Flasche kaum mehr zu unterscheiden waren.

Alle diese Maxima verändern sich aber sogleich mit Vergrößerung der Oberstäche der Plattenpaare, sie rücken sämmt-

lich für alle angegebene Wirkungen weiter hinaus, und zwar in gleicher Ordnung; bei doppelt so großer Oberfläche, wie die angegebene, ist das Maximum noch einmal so weit hinausgerlickt, womit zugleich diese Maxima größer, als bei schmalen Platten sind; doch hat jede bestimmte Lagenzahl auch bestimmt eine Grenze der Breite, die nicht überschritten werden darf, wenn kein unnöthiger Aufwand von Materialien statt finden soll; und zwar liegt für jede bestimmte Lagenzahl diese Grenze um so näher, je besser die Flüssigkeit leitet, welche die Plattenpaare scheidet. Dabei äusert auch die Beschaffenheit des leitenden Bogens ihren Einfinss; je besser dieser selbst leitet, um so weiter fällt diese Grenze des Maximums durch Vergrößerung der Oberfläche der Platten hinaus. Mit der Ueberschreitung dieser Grenze in der Breite der Plattenpaare nimmt aber die Wirkung in keinem Falle wieder ab. wie mit der Ueberschreitung dieser Grenze in der Zahl der Schich-Bei bestimmten Dimensionen der Elemente einer Säule hat demnach ihre Action Grenzen, die sich nicht überschreiten lassen, für jede gegebene Höhe der Säule giebt es eine bestimmte Breite derselben, bei welcher sie ein Maximum von Wirkung bringt, dessen Vortheile man durch jede Ueberschreitung des einen oder andern beeinträchtigt, sobald man eine ohne die andere vergrößert. Es giebt aber ein Verhältniß, nach welchem man beide zugleich und geradezu bis ins Unendliche vergrößern kann, ohne für die Verstärkung der Wirkung eine Grenze zu finden. Dieser letzte Schluss scheint mir jedoch so wenig durch die vorhandenen Erfahrungen, als durch das Räsonnement sich rechtfertigen zu lassen. Allerdings giebt es für die Zunahme der Spannung, so weit die Versuche gehen, und die Theorie uns hierin leiten kann, keine Grenze in der Zahl der Schichtungen; sobald aber die Spannung einen Grad erreicht haben würde, dals der Widerstand der Luft die E. nicht mehr zurückhalten kann, so würde sich die Säule in dem Falle einer bis zur Sättigung geladenen Leidner Flasche befinden, und man würde durch Zulagen neuer Schichten nichts mehr gewinnen, weil das, um was die Spannung zunehmen würde, sich durch Ausströmen in demselben Augenblicke auch wieder verlieren müßte. Aber auch davon abgesehen, kann man doch nicht behaupten, dals man auch durch Vermehrung der Zahl der Schichtungen ins Unendliche hat Verstärkung erhalten können, wenn man nur immer auch die Oberfläche in dem angemessenen Verhältnisse ver-

Zwar ist es keinem Zweifel unterworfen, dals in der Theorie kein Grund liegt, eine Grenze der Verstärkung der Action in der Ausdehnung der Oberfläche anzunehmen, weil diese Vergrößerung im Grunde identisch ist mit einer numerischen Addition einzelner Säulen, wenn man von einer Säule von irgend einer bestimmten Obersläche der Plattenpaare z. B. von einem Quadratzolle ausgeht, indem dann eine Säule von 8 Quadratzollen vollkommen das Aequivalent von 8 solchen Säulen u. s. f. seyn würde, da es keinen Widerspruch leidet, dass die Action von 8 solchen Säulen achtmal so groß seyn muß, als von einer einzelnen bei stets gleicher Anzahl von Plattenpaaren; ganz anders ist aber der Fall bei der Ausdehnung der Säulen in der Längendimension, wo allerdings die Leitung im Verhältnisse der Anzahl der Schichtungen so abnehmen kann, dass das. was durch Zunahme an Spannung für die Beförderung des el. Stromes gewonnen wird, mehr als verloren geht, durch die mit dem neuen Plattenpaare vermehrte Retardation dieser Leitung. woraus sich von selbst ergiebt, dass bei fortdauernder Vergrö-Iserung in der Breitendimension irgend eine weitere Vermehrung in der Anzahl der Schichtungen immerfort in einem entgegengesetzten Sinne wirken könnte. Endlich ist hierbei noch zu berücksichtigen, dass gewisse Wirkungen der Säule, wie namentlich die magnetischen, und vielleicht auch manche chemische, so genau an eine gewisse Intensität oder Spannung der E. gebunden seyn können, dass bei einer großen Verstärkung derselben sie gänzlich wegfallen würden; was wenigstens für die ersteren durch die unter dem Artikel: Elektromagnetismus angeführten Erfahrungen als wirkliche Thatsache sich bereits ergeben hat.

B. Theorie des verstärkten Galvanismus oder der vielfachen Kette.

98. Die Theorie des verstärkten Galvanismus hat nachzuweisen: a. wie durch die bestimmte Construction der Säule,
d. h. durch Aneinanderreihung mehrerer einfacher Ketten an einander nach einem für alle Volta'sche Apparate gleichförmigen
Schema, die Action der einfachen Kette in dem Grade verstärkt
werden muß, wie die Säule sie in ihren Wirkungen verglichen
mit denen der einfachen Kette zeigt; b. aus dem für die Verviel-

fachung im Allgemeinen aufgestellten Principe zugleich den "Einflus der verschiedenen Momente, die bei der Säule in Betracht kommen, und mit deren Abänderung jene Wirkungen sich dem Grade und der Art nach abändern, begreiftlich zu machen. Man übersieht leicht, dass die verschiedenen Ansichten von der Art des Vorgangs in der einfachen Kette oder von dem Wesen der einfachen galvanischen Action nothwendig auch den Theorien des verstärkten Galvanismus eine verschiedene Gestalt geben müssen, doch ließe sich bei aller Uebereinstimmung in der Theorie der einfachen Kette noch eine Verschiedenheit des Princips der Vervielfachung denken, wie es auch wirklich der Fall ge-Indem ich aber die verschiedenen Theorien des wesen ist. verstärkten Galvanismus in der Kürze vortrage, werde ich zugleich Gelegenheit haben, noch diejenigen Thatsachen nachzutragen, die auf eine mehr specielle Weise als Beweise für oder wider angeführt worden sind, und nach dieser Prüfung durch das Zusammenhalten mit den vollkommen ausgemachten Datis der Erfahrung wird man am besten im Stande seyn, zwischen denselben zu entscheiden, und das Gewisse von dem noch Zweifelhaften und Problematischen zu sichten.

99. Volta glaubte eine genügende Erklärung der verstärkten Wirkung der Säule durch eine bloße Addition oder Summirung der el. Erregungskraft zweier Körper in der Berührung mit einander, oder der Impulsionen, welche von zwei solchen Körpern der eine auf den andern ausübt, gefunden zu haben, eine Addition, welche dadurch möglich wird, dass die Erreger des Galvanismus in wenigstens zwei Classen zerfallen, trockene und feuchte Erreger: wovon zwar jene unter sich eine große gemeinschaftliche in Nr. 19 und 23 näher charakterisirte Spannungsreihe mit einander bilden, die letzteren aber einem andern Spannungsgesetze mit jenen folgen, als die trockenen Erreger unter sich selbst beobachten. Werden je zwei Erreger der ersten Classe in gleichbleibender Ordnung über einander geschichtet, so kann, wie groß die Zahl dieser Paare auch seyn mag, nie eine großere Wirkung als von einem einzelnen Paare entstehen, weil die Impulsionen sich wechselseitig immer wieder ausheben, und die ganze Reihe hiedurch das Gleichgewicht gegen einander halten. Schichtet man z. B. zwei Plattenpaare KZ; K'Z' über einander, so wird man nur die Wirkung des einen Plattenpaares in Anhäusung der E. in dem obersten Zinke

haben, weil die Wirkung des K, von unten her durch Zink die E. anzutreiben, und bis zu einem gewissen Grade von Spannung in der Richtung von unten nach oben anzuhäufen, durch die Wirkung des zweiten K' aufgehoben oder balancirt wird. und also bloss die einfache Wirkung des K' auf das zweite Z' übrig bleibt. Dieses Rasonnement gilt auf gleiche Weise, wie groß auch die Anzahl der aufeinanderfolgenden Plattenpaare seyn mag, indem für jedes neue Paar die schon über einander geschichteten immer nur den Werth von KZ haben. Würde man eine solche Reihe mit einer Kupferplatte endigen, so, dass also die Metalle an beiden Enden von gleicher Beschaffenheit sind, so würde man gar keine Wirkung haben, weil für diese oberste Platte alle unter ihr befindliche Plattenpaare abermals nur die Wirkung eines einzelnen Plattenpaares haben, die durch seine gleiche Entgegenwirkung aufgehoben werden muls. Bringt man aber zwischen diese beiden Plattenpaare KZ; K'Z' einen fenchten Zwischenleiter, z.B. eine mit Brunnenwasser befeuchtete Tuch - oder Pappscheibe, so verändert sich sogleich alles. Da nämlich zwischen dem Wasser und dem Zinke, so wie dem Kupfer nur eine höchst schwache el. Erregung solcher Art oder nur eine höchst schwache Impulsion der E. von dem einen zum andern statt findet, so tritt von der Flüssigkeit gegen die el. Impulsion des K auf das Z nur eine höchst schwache Entgegenwirkung ein, die Pappscheibe lässt diese Impulsion von unten nach oben nur mit dem kleinen Unterschiede, den ihre eigene galvanische Wechselwirkung hervorbringt, und der entweder in einer kleinen Schwächung, wenn die Impulsion von der Flüssigkeit gegen das Zink statt findet, oder auch in einem Zusatze besteht, wenn umgekehrt die el, Impulsion von dem Zinke gegen die Flüssigkeit ausgeübt wird, durch sich durch, trägt sie auf das K' über, dessen schwache Wirkung auf die Flüssigkeit immer auch nur einen solchen kleinen Unterschied von einem positiven oder negativen Werthe veranlassen kann; hierzu addirt sich nun die Wirkung, die das K' schon für sich auf das Z ansübt, womit sich dann eine verstärkte Anhäusung der E., ein verstärkter Drang, der in den 2' durch diese verdoppelte Impulsion gespannten E., sich nach außen ins Gleichgewicht zu setzen, ergieht. Diese Verstärkung muß gleichmäßig mit jedem neuen Plattenpaare, vorausgesetzt, daß die zwei auf einander folgenden allezeit durch einen feuchten Zwischenleiter geschieden sind, in arithmetischer Progression mit der Zahl der Plattenpaare zunehmen, weil jedes neue Paar nur dieselbe Wirkung hinzubringt.

Da die feuchten Leiter, von welcher Art sie auch seyn mögen, nicht zu einerlei Spannungsreihe mit den trockenen Erregern gehören, so wird, welches Paar von trockenen Erregern und welchen feuchten Leiter man auch nehmen mag, aus der Ausgleichung der auf einanderfolgenden ab fa stets ein Uebergewicht der Impulsionen nach der einen öder andern Seite erfolgen, welches durch die Fortsetzung der Schichtungen in derselben Ordnung eine Addition zuläst.

Man sieht von selbst, dass in jeder solchen dreigliedrigen Säule das eigentliche Element der Säule durch die Ordnung bestimmt wird, in welcher die drei Körper, die in der Säule mit einander combinirt sind, durch ihre Wirkung auf einander die Anhäufung und den Drang der E. in der einen oder der andern Richtung bestimmen. So ist in der Zinkkupsersänle das wahre Element der Säule KZf und nicht KfZ, weil die Vervielfachung durch die Aneinanderreihung und Uebereinanderschichtung von KZf und nicht von KfZ erfolgt; und die kleinste Saule, die auf diese Art errichtet werden kann, wird durch das Schema KZfK'Z' dargestellt, während die Uebereinanderschichtung KfZK'f'Z' nur noch das Aequivalent einer einfachen Kette ist. Nach dem ersten Schema hat man in der That die Verdoppelung der el. Erregung, die vorzugsweise und so gut wie ausschließlich durch die Metalle in ihrer unmittelbaren Berührung mit einander begründet, und unmittelbar durch den Condensator nachzuweisen ist, während die nach dem zweiten Schema construirte kleinste Saule den Condensator mit der bloßen Spannung eines einzigen Plattenpaares ladet,

Die Lage der Pole der Säule wird eben darum auch durch die respective Lage der Metalle, die sich unmittelbar berühren, bestimmt. In der ersten Zeit nach der Erstadung der Säule, in welcher man sie gewöhnlich nach dem Schema KfZ — — — KfZ errichtete, indem man mit dem einen Metalle anfing und mit dem andern schloss, wurden die Pole ganz uneigentlich nach der Beschaffenheit dieser heiden Endplatten, also im vorliegenden Falle der untere der Kupser – (Silber, sofern man im Ansange sich gewöhnlich noch silberner Münzen bediente) der obere der Zinkpol benannt, da vielmehr der wahre Zinkpol

(+ Pol) in einer so construirten Säule nach unten, der wahre Kupfer- (Silber-) Pol nach oben gelegen ist, und die beiden Endplatten an und für sich nichts zur Verstärkung der Säule beitragen, sondern nur die Rolle von Leitern verrichten. HOLD 1 führte aber damals schon streng den Beweis durch Induction, dass die Pole nach dem Schema KZf bestimmt werden müssen, indem sowohl offene als geschlossene Ketten sowohl in Hervorbringung des chemischen Processes (Oxydation) als in Reizung von Froschpräparaten sich nur dann thätig zeigten, wenn die beiden Metalle sich unmittelbar berührten, auch führte er die Kette aus einem Metalle und zwei Flüssigkeiten f MF auf die Ketten aus zwei Metallen und einer Flüssigkeit zurück, indem er zeigte, dass das eine Metall eigentlich in zwei zerfalle, indem es mit der der einen Flüssigkeit zugekehrten Fläche sich positiv, mit der andern negativ verhalte, so daß das wahre Schema dieser Kette gleichfalls sey: fm MF.

Alle Gesetze der el. Aeußerungen der Säule, sowohl der offenen isolirten, als auch der einseitig abgeleiteten, endlich der partiell und total geschlossenen ergeben sich eben so einfach aus dem Principe der Verstärkung combinirt mit dem Principe, dals die Kraft eines einzelnen Paares von Erregern die el. Vertheilung durch Impulsion der E. von dem positiven zum negativen Erreger nur bis zu einem bestimmten Spannungsunterschiede hervorzubringen vermag. Setzen wir den Spannungsunterschied zwischen Kupfer und Zink = 1, so ist begreiflich die Grenze der Vertheilung der E. in dem einzelnen isolirten Plattenpaare + 1 Z - 1 K. Wird eine zweite Kupferplatte, die durch einen feuchten Zwischenleiter von der ersten Zinkplatte geschieden ist, aufgelegt, so bringen die beiden Gesetze, das der Mittheilung der B. des Zinks durch Hülfe des feuchten Leiters an das zweite Kupfer, welches auf Setzung gleicher el. Spannung in ihnen hinwirkt, und das auf die ununterbrochene Unterhaltung des ursprünglichen Spannungsunterschiedes zwischen Z und K = 1 hinwirkende Gesetz eine neue Vertheilung des natürlichen Antheils der E. in diesen beiden Platten hervor, und diesen beiden Gesetzen ist nur Genüge geleistet, wenn die Folge der Spannungen - 3 K + 1 Z + 1 K' ist; eine zweite Zink-. platte muss nothwendig abermals die Spannungen ändern, wel-

¹ G: X. 801,

che, um jenen beiden Gesetzen zu genügen, die Werthe von - 1 K 0 Z 0 K + 1 Z annehmen müssen. Immer wird, da die Anhäufung der E. nach der einen Seite nur auf Unkosten des natürlichen Antheils der E. = 0 geschieht, der Mangel nach der andern Seite hin, oder das - mit dem + sich wieder vollkommen zu 0 ausgleichen müssen, wenn sie durch irgend einen Vorgang zusammentreffen können, oder sie müssen wenigstens für die Berechnung mit einander () geben. So wie die kleinste Säule, die überhaupt existiren kann, jene von zwei Plattenpaaren, sich in zwei Hälften mit gleichen entgegengesetzten Polen an den beiden Enden theilen lässt, so muss dieses für jede solche noch so ausgedehnte Säule auf gleiche Weise gelten, und die el. Spannungen von beiden Enden aus, müssen sich so verhalten, dass die Elektricitäten der durch den feuchten Leiter geschiedenen Platten einander gleich (vermöge des Gesetzes der Mittheilung) die Spannungsunterschiede zweier an einander grenzender Platten == 1 vermöge des Gesetzes der galvanischen Erregung zwischen den beiden Elektromotoren und die Unterschiede der Spannungen der auf einander folgenden gleichnamigen Platten von den Polen aus gerechnet gleichfalls = 1 sind vermöge des Gesetzes der Summirung mit von beiden Enden ans abnehmender Spannung bis zum mittleren 0, weil das + und - aus O selbst hervorgegangen sind. Aus der Gleichheit der el. Spannungen der beiden Pole, wovon die eine negativ, die andere positiv ist, und aus dem allgemeinen Gesetze, dals die Spannungen der auf einander folgenden gleichnamigen Platten einez eben so großen Unterschied unter einander zeigen, als der Unterschied der Spannungen der einander unmittelbar berührenden heterogenen Metalle ist, folgt nothwendig, daß bei der ableitenden Berührung des einen oder andern Pols die Spannung des entgegengesetzten auf das Doppelte steigen muls, indem der ableitend berührte Pol auf O herabgesunken ist, die Verhältnisse der Spannungsunterschiede durch die ganze Säule hindurch wegen unverändert fortdauernder Wirkung jener drei Hauptgesetze aber die gleichen bleiben müssen, also auch der Spannungsunterschied zwischen den beiden Polen, ein Spannungsunterschied zwischen 0 und + 1 aber einem Spannungsunterschiede zwischen einem + und - die einander gleich sind, dann nur an Größe gleich bleibt, wenn das + oder - deppelt so groß geworden ist, als es vorher gewesen war,

bei 200, für die Wasserzersetzung bei 300; 1000 wirkten nur noch wie 300.

Bei Salmiakaustösung lag das Maximum für die Funken zwischen 600 und 800, von wo an sie erstanfingen an Kraft abzunehmen, für chemische Zersetzung selbst noch nicht bei 2000. Die Erschütterungen nahmen bis zu 2000 noch so sehr an Hestigkeit zu, dass nach der Analogie zu erwarten war, ihr Maximum werde sich erst bei 18000 bis 20000 Lagen finden. Bei Brunnenwasser endlich trat für Funken schon zwischen 150 bis 200 das Maximum ein, indem er, von Eisen zu Eisen genommen, ganz ohne rothe Seitenstrahlen war, und mehr oder weniger ein blasblaues Kügelchen bildete, welches wuchs und wuchs, und immer blauer und zugleich durchsichtiger wurde, bis es bei 1000 Lagen auch seinem Geräusche nach die größte Aehnlichkeit mit einem sehr kleinen Funken einer sehr schwach geladenen Leidner Flasche hatte. Für die Wasserzersetzung war die Wirkung scheinbar zwar zunehmend bis zur 1000sten Platte, wenn man jedesmal eine kurze Zeit im Kreise verweilte, wenn man aber auf die 3 bis 8 Minuten fortdauernde Action sieht, zwischen 100 und 200, indem wenn man weiter heranf kommt, diese fortdauernde Action nach sehr schneller Abnahme bald gänzlich fehlt, bei 1000 Lagen endlich sich auch nicht eine Spur mehr davon findet, und nach Oeffnung der Kette ein Zwischenraum von 10 bis 15 Minuten eintreten muss, bis bei der neuen Schließung wieder einige Action zum Vorschein kommt; für die trockenen Hände lag das Maximum noch nicht bei -1000, bei mit Wasser beseuchteten und mit Eisen armirten Händen aber zwischen 600 und 700, so daß die Erschütterungen bei 900 Lagen schon weit schwächer waren, bei mit Kochsalz befeuchteten Händen schon zwischen 500 und 600, bei mit Salmiak befeuchteten Händen gar schon zwischen 300 und 400, und zwar so, dass in allen diesen Fällen nach einem Maximum der Schlag schnell an Energie abnahm, aber zugleich an Extensität zunahm, indem die Schläge sich mehr über den ganzen Körper verbreiteten, dabei aber immer trüber und leerer wurden, bis sie endlich von dem Schlage einer sehr kleinen, aber stark geladenen, Leidner Flasche kaum mehr zu unterscheiden waren.

Alle diese Maxima verändern sich aber sogleich mit Vergrößerung der Oberfläche der Plattenpaare, sie rücken sämmt-

lich für alle angegebene. Wirkungen weiter hinaus, und zwar in gleicher Ordnung; bei doppelt so großer Oberfläche, wie die angegebene, ist das Maximum noch einmal so weit hinausgertickt, womit zugleich diese Maxima größer, als bei schmalen Platten sind; doch hat jede bestimmte Lagenzahl auch bestimmt eine Grenze der Breite, die nicht überschritten werden darf, wenn kein unnöthiger Aufwand von Materialien statt finden soll; und zwar liegt für jede bestimmte Lagenzahl diese Grenze um so näher, je besser die Flüssigkeit leitet, welche die Plattenpaare scheidet. Dabei ausert auch die Beschaffenheit des leitenden Bogens ihren Einfluss; je besser dieser selbst leitet, um so weiter fallt diese Grenze des Maximums durch Vergrößerung der Oberfläche der Platten hinaus. Mit der Ueberschteitung dieser Grenze in der Breite der Plattenpaare nimmt aber die Wirkung in keinem Falle wieder ab. wie mit der Ueberschreitung dieser Grenze in der Zahl der Schichtungen. Bei bestimmten Dimensionen der Elemente einer Säule hat demnach ihre Action Grenzen, die sich nicht überschreiten lassen, für jede gegebene Höhe der Säule giebt es eine bestimmte Breite derselben, bei welcher sie ein Maximum von Wirkung bringt, dessen Vortheile man durch jede Ueberschreitung des einen oder audern beeinträchtigt, sobald man eine ohne die andere vergrößert. Es giebt aber ein Verhältniß, nach welchem man beide zugleich und geradezu bis ins Unendliche vergrößern kann, ohne für die Verstärkung der Wirkung eine Grenze zu finden. Dieser letzte Schluss scheint mir jedoch so wenig durch die vorhandenen Erfahrungen, als durch das Räsonnement sich rechtfertigen zu lassen. Allerdings giebt es für die Zunahme der Spannung, so weit die Versuche gehen, und die Theorie uns hierin leiten kann, keine Grenze in der Zahl der Schichtungen; sobald aber die Spannung einen Grad erreicht haben würde, dass der Widerstand der Lust die E. nicht mehr zurückhalten kann, so würde sich die Saule in dem Falle einer bis zur Sättigung geladenen Leidner Flasche befinden, und man würde durch Zulagen neuer Schichten nichts mehr gewinnen, weil das, um was die Spannung zunehmen würde, sich durch Ausströmen in demselben Augenblicke auch wieder verlieren mülste. Aber auch davon abgesehen, kann man doch nicht behaupten, dals man auch durch Vermehrung der Zahl der Schichtungen ins Unendliche hat Verstärkung erhalten können, wenn man nur immer auch die Oberfläche in dem angemessenen Verhältnisse ver-

Zwar ist es keinem Zweisel unterworsen, dass in der Theorie kein Grund liegt, eine Grenze der Verstärkung der Action in der Ausdehnung der Oberfläche anzunehmen, weil diese Vergrößerung im Grunde identisch ist mit einer numerischen Addition einzelner Säulen, wenn man von einer Säule von irgend einer bestimmten Oberfläche der Plattenpaare z. B. von einem Quadratzolle ausgeht, indem dann eine Säule von 8 Quadratzollen vollkommen das Aequivalent von 8 solchen Säulen u. s. f. seyn würde, da es keinen Widerspruch leidet, dass die Action von 8 solchen Säulen achtmal so groß seyn muß, als von einer einzelnen bei stets gleicher Anzahl von Plattenpaaren; ganz anders ist aber der Fall bei der Ausdehnung der Säulen in der Längendimension, wo allerdings die Leitung im Verhältnisse der Anzahl der Schichtungen so abnehmen kann, dass das. was durch Zunahme an Spannung für die Beförderung des el. Stromes gewonnen wird, mehr als verloren geht, durch die mit dem neuen Plattenpaare vermehrte Retardation dieser Leitung. woraus sich von selbst ergiebt, dass bei fortdauernder Vergro-Iserung in der Breitendimension irgend eine weitere Vermehrung in der Anzahl der Schichtungen immerfort in einem entgegengesetzten Sinne wirken könnte. Endlich ist hierbei noch zu berücksichtigen, dass gewisse Wirkungen der Säule, wie namentlich die magnetischen, und vielleicht auch manche chemische, so genau an eine gewisse Intensität oder Spannung der E. gebunden seyn können, dass bei einer großen Verstärkung derselben sie gänzlich wegfallen würden; was wenigstens für die ersteren durch die unter dem Artikel: Elektromagnetismus angeführten Erfahrungen als wirkliche Thatsache sich bereits ergeben hat.

B. Theorie des verstärkten Galvanismus oder der vielfachen Kette.

98. Die Theorie des verstärkten Galvanismus hat nachzuweisen: a. wie durch die bestimmte Construction der Säule,
d. h. durch Aneinanderreihung mehrerer einfacher Ketten an einander nach einem für alle Volta'sche Apparate gleichförmigen
Schema, die Action der einfachen Kette in dem Grade verstärkt
werden muß, wie die Säule sie in ihren Wirkungen verglichen
mit denen der einfachen Kette zeigt; b. aus dem für die Verviel-

fachung im Allgemeinen aufgestellten Principe zugleich den Einfluss der verschiedenen Momente, die bei der Säule in Betracht . kommen, und mit deren Abänderung jene Wirkungen sich dem Grade und der Art nach abändern, begreifilich zu machen. Man übersieht leicht, dass die verschiedenen Ansichten von der Art des Vorgangs in der einfachen Kette oder von dem Wesen der einfachen galvanischen Action nothwendig auch den Theorien des verstärkten Galvanismus eine verschiedene Gestalt geben müssen, doch ließe sich bei aller Uebereinstimmung in der Theorie der einfachen Kette noch eine Verschiedenheit des Princips der Vervielfachung denken, wie es auch wirklich der Fall ge-Indem ich aber die verschiedenen Theorien des verstärkten Galvanismus in der Kürze vortrage, werde ich zugleich Gelegenheit haben, noch diejenigen Thatsachen nachzutragen, die auf eine mehr specielle Weise als Beweise für oder wider angeführt worden sind, und nach dieser Prüfung durch das Zusammenhalten mit den vollkommen ausgemachten Datis der Erfahrung wird man am besten im Stande seyn, zwischen denselben zu entscheiden, und das Gewisse von dem noch Zweifelhaften und Problematischen zu sichten.

99. Volta glaubte eine genügende Erklärung der verstärkten Wirkung der Säule durch eine blosse Addition oder Summirung der el. Erregungskraft zweier Körper in der Berührung mit einander, oder der Impulsionen, welche von zwei solchen Körpern der eine auf den andern ausübt, gefunden zu haben, eine Addition, welche dadurch möglich wird, dass die Erreger des Galvanismus in wenigstens zwei Classen zerfallen, trockene und seuchte Erreger: wovon zwar jene unter sich eine graße gemeinschaftliche in Nr. 19 und 23 näher charakterisirte Spannungsreihe mit einander bilden, die letzteren aber einem andern Spannungsgesetze mit jenen folgen, als die trockenen Erreger unter sich selbst beobachten. Werden je zwei Erreger der ersten Classe in gleichbleibender Ordnung über einander geschichtet, so kann, wie groß die Zahl dieser Paare auch seyn mag, nie eine größere Wirkung als von einem einzelnen Paare entstehen, weil die Impulsionen sich wechselseitig immer wieder aufheben, und die ganze Reihe hiedurch das Gleichgewicht gegen einander halten. Schichtet man z. B. zwei Plattenpaare KZ; K'Z' über einander, so wird man nur die Wirkung des einen Plattenpaares in Anhäusung der E. in dem obersten Zinke

im Allgemeinen dasselbe Gesetz wie für die Verstärkung des chemischen Processes in der Gasröhre.

97. Es ist noch eine interessante, zu dieser allgemeinen Betrachtung des verstürkten Galvanismus gehörige, Frage, wie weit überhaupt die Wirkungen einer Volta'schen Säule getrieben werden können, ob es ein Maximum, eine Grenze für dieselben gebe, nach deren Ueberschreitung sie nicht weiter zunehmen, oder gar wieder abnehmen, oder ob diese Grenze bisher nirgend anders gefunden worden sey, als in den beschränkten Mitteln'der menschlichen Macht. Ritten 1 hat diesen Gegenstand mit Scharfsinn erörtert, und die Frage sowohl durch theoretische Betrachtungen als durch unmittelbare Versuche zu lösen gesucht. Ich beschränke mich hier zunächst nur auf Mittheilung jener letzteren Antwort.

RITTER fand für die drei Hauptclassen von Wirkungen der Volta'schen Säule, die damals bekannt waren, die chemischen physischen (Feuererzeugung) und physiologischen, unter gegebenen Bestimmungen allerdings gewisse Grenzen oder Maxima, über welche hinaus diese Wirkungen nicht weiter verstärkt werden, sondern vielmehr wieder abnehmen, die aber für diese verschiedene Classen von Wirkungen selbst wieder verschieden ausfallen, und sich für jede einzelne abändern, so wie die Verhältnisse der drei Hanptmomente in der Säule, von welchen die Stärke ihrer Wirkungen abhängt, Zahl der Schichtungen, Größe der Berührungsfläche der Metallplatten mit dem feuchten Leiter und Beschaffenheit dieses letzteren selbst sich verändern, so dels in diesem verschiedenen Verhältnisse der Grund selbst liegt, dass man, die Verstärkung einzelner Wirkungen möglicher Weise einer Vergrößerung ins Unendliche fähig annehmen muß. Bei einer Kupfer - Zinksäule von etwa 12 Quadratzoll Berührungsfläche mit dem feuchten Leiter, der in Form von Pappscheiben won der Dicke einer Linie angewandt wurde, fand sich für jede Art der Wirkung, nämlich die Funken und damit gegebene Verbrennungserscheinungen von Metallen, die Wasserzersetzung in Gasröhren mit Golddrähten, deren Enden eine Linie von einander abstanden, (wobei die Weite der Glasrohre nicht näher angegeben ist, die jedoch auf das jedesmalige Maximum gleichfalls ihren Einflus ausüben muß) und die Erschütterungen ein

¹ Ph. ch. Abh. III. 362.

Maximum in der Anzahl der Schichtungen, tiber welches hinaus die Wirkung nicht mehr zunahm, sondern vielmehr abzunehmen schien. Dieses Maximum trat am frühesten für die Funken und Verbrennungserscheinungen ein, dann für die chemische Zersetzung, und war kaum für die Erschütterungen zu finden; es änderte sich indess nach Verschiedenheit des feuchten Leiters, und zwar fiel es um so weiter hinaus, ein je besserer Leiter die angewandte Flüssigkeit war (von denen jedoch nur 4, Salmiakauflösung, Kochsalzauflösung mit Lackmusdecoct und Rindsgalle, Kochsalzausiösung und Brunnenwasser angewandt wurden, deren Leitungsvermögen in dieser Ordnung abnimmt). Zur Erlänterung mögen hier folgende Versuche stehen. RITTER baute · eine Säule von 1000 Lagen, deren Pappscheihen mit einer Brühe von Kochsalzlösung, Lackmusdecoct und Rindsgalle befeuchtet waren, er vertheilte sie in 10 kleinere Säulen, jede von 100 Lagen und verband sie dann auf die bekannte Weise (Nr. 69) zu einer einzigen großen Säule. An dem obern positiven Ende einer jeden einzelnen kleinern Säule hing er ein Goldblättchen auf, und fing nun an erst 100, dann 200, dann 300 Lagen und so fort in den schließenden Kreis zu nehmen. So fand er ein Maximum der Verbrennung bestimmt zwischen 200 und 300 Lagen, über diese hinaus wurden zwar die Funken (mit Eisen gegen Eisen genommen) noch eine Zeit lang dem äußeren Ansehen nach größer, aber sie verloren stets mehr an Energie am Goldblatte, bis zuletzt alle 1000 Lagen zusammen kaum noch eine Spur von wahrer Verbrennung zeigten, und die geringe Wirkung des Funkens auf das Goldblatt eine noch bloß mechanische (?) zu seyn schien. Die Wasserzersetzung nahm von 100 zu 100 Lagen zu, doch nach una nach immer weniger und bei 600 Lagen stand sie mit der Erreichung eines Maximum für diese ganze Batterie still. 700, 800 Lagen und so fort wirkten schon wisder schwächer und alle 1000 beträchtlich schwächer als vorher blos 400. Für die Schläge war dagegen kein Maximum zu finden und sie wuchsen an Stärke noch so auffallend nach dem Ende der Säule zu, dass man vermuthen konnte, das Maximum liege über 1000 weit hinaus. Selbst bei 1500 Lagen einer Säule von gleicher Construction war das Maximum nicht zu finden, auch wenn die mit Eisen armirten Hände bloß mit Wasser befenchtet weren.

Bei Kochsalzauflösung lag das Maximum für die Funken IV. Bd.

bei 200, für die Wasserzersetzung bei 300; 1000 wirkten nur noch wie 300.

Bei Salmiakauflösung lag das Maximum für die Funken zwischen 600 und 800, von wo an sie erstanfingen an Kraft abzunehmen, für chemische Zersetzung selbst noch nicht bei 2000. Die Erschütterungen nahmen bis zu 2000 noch so sehr an Hestigkeit zu, dass nach der Analogie zu erwarten war, ihr Maximum werde sich erst bei 18000 bis 20000 Lagen finden. ·Bei Brunnenwasser endlich trat für Funken schon zwischen 150 bis 200 das Maximum ein, indem er, von Eisen zu Eisen genommen, ganz ohne rothe Seitenstrahlen war, und mehr oder weniger ein blasblaues Kügelchen bildete, welches wuchs und wuchs, und immer blauer und zugleich durchsichtiger wurde, bis es bei 1000 Lagen auch seinem Geräusche nach die größte Aehnlichkeit mit einem sehr kleinen Funken einer sehr schwach geladenen Leidner Flasche hatte. Für die Wasserzersetzung war die Wirkung scheinbar zwar zunehmend bis zur 1000sten Platte, wenn man jedesmal eine kurze Zeit im Kreise verweilte, wenn man aber auf die 3 bis 8 Minuten fortdauernde Action sieht, zwischen 100 und 200, indem wenn man weiter herauf kommt, diese fortdauernde Action nach sehr schneller Abnahme bald gänzlich fehlt, bei 1000 Lagen endlich sich auch nicht eine Spur mehr davon findet, und nach Oeffnung der Kette ein Zwischenraum von 10 bis 15 Minuten eintreten muss, bis bei der neuen Schließung wieder einige Action zum Vorschein kommt; für die trockenen Hände lag das Maximum noch nicht bei -1000, bei mit Wasser beseuchteten und mit Eisen armirten Händen aber zwischen 600 und 700, so dass die Erschütterungen bei 900 Lagen schon weit schwächer waren, bei mit Kochsalz befeuchteten Händen schon zwischen 500 und 600, bei mit Salmiak befeuchteten Händen gar schon zwischen 300 und 400, und zwar so, dass in allen diesen Fällen nach einem Maximum der Schlag schnell an Energie abnahm, aber zugleich an Extensität zunahm, indem die Schläge sich mehr über den ganzen Körper verbreiteten, dabei aber immer trüber und leerer wurden, bis sie endlich von dem Schlage einer sehr kleinen, aber stark geladenen, Leidner Flasche kaum mehr zu unterscheiden waren.

Alle diese Maxima verändern sich aber sogleich mit Vergrößerung der Oberfläche der Plattenpaare, sie rücken sämmt-

lich für alle angegebene Wirkungen weiter hinaus, und zwar in gleicher Ordnung; bei doppelt so großer Oberfläche, wie die angegebene, ist das Maximum noch einmal so weit hinausgerlickt, womit zugleich diese Maxima größer, als bei schmalen Platten sind; doch hat jede bestimmte Lagenzahl auch bestimmt eine Grenze der Breite, die nicht überschritten werden darf, wenn kein unnöthiger Aufwand von Materialien statt finden soll; und zwar liegt für jede bestimmte Lagenzahl diese Grenze um so näher, je besser die Flüssigkeit leitet, welche die Plattenpaare scheidet. Dabei au-Asert auch die Beschaffenheit des leitenden Bogens ihren Einfluss; je besser dieser selbst leitet, um so weiter fallt diese Grenze des Maximums durch Vergrößerung der Oberfläche der Platten hinaus. Mit der Ueberschreitung dieser Grenze in der Breite der Plattenpaare nimmt aber die Wirkung in keinem Falle wieder ab, wie mit der Ueberschreitung dieser Grenze in der Zahl der Schichtungen. Bei bestimmten Dimensionen der Elemente einer Sänle hat demnach ihre Action Grenzen, die sich nicht überschreiten Jassen, für jede gegebene Höhe der Säule giebt es eine bestimmte Breite derselben, bei welcher sie ein Maximum von Wirkung bringt, dessen Vortheile man durch jede Ueberschreitung des einen oder andern beeinträchtigt, sobald man eine ohne die andere vergrößert. Es giebt aber ein Verhältniß, nach welchem man beide zugleich und geradezu bis ins Unendliche vergrößern kann, ohne für die Verstärkung der Wirkung eine Grenze zu finden. Dieser letzte Schluss scheint mir jedoch so wenig durch die vorhandenen Erfahrungen, als durch das Räsonnement sich rechtfertigen zu lassen. Allerdings giebt es für die Zunahme der Spannung, so weit die Versuche gehen, und die Theorie uns hierin leiten kann, keine Grenze in der Zahl der Schichtungen; sobald aber die Spannung einen Grad erreicht haben würde, dass der Widerstand der Luft die E. nicht mehr zurückhalten kann, so würde sich die Säule in dem Falle einer bis zur Sättigung geladenen Leidner Flasche befinden, und man würde durch Zulegen neuer Schichten nichts mehr gewinnen, weil das, um was die Spannung zunehmen würde, sich durch Ausströmen in demselben Augenblicke auch wieder verlieren mülste. Aber auch davon abgesehen, kann man doch nicht behaupten, dals man auch durch Vermehrung der Zahl der Schichtungen ins Unendliche hat Verstärkung erhalten können, wenn man nur immer auch die Oberfläche in dem angemessenen Verhältnisse ver-

Zwar ist es keinem Zweisel unterworfen, dals in der Theorie kein Grund liegt, eine Grenze der Verstärkung der Action in der Ausdehnung der Oberfläche anzunehmen, weil diese Vergrößerung im Grunde identisch ist mit einer numerischen Addition einzelner Säulen, wenn man von einer Säule von irgend einer bestimmten Oberfläche der Plattenpaare z. B. von einem Quadratzolle ausgeht, indem dann eine Säule von 8 Quadratzollen vollkommen das Aequivalent von 8 solchen Säulen u. s. f. seyn würde, da es keinen Widerspruch leidet, das die Action von 8 solchen Säulen achtmal so groß seyn muß, als von einer einzelnen bei stets gleicher Anzahl von Plattenpaaren; ganz anders ist aber der Fall bei der Ausdehnung der Säulen in der Längendimension, wo allerdings die Leitung im Verhältnisse der Anzahl der Schichtungen so abnehmen kann, dass das, was durch Zunahme an Spannung für die Beförderung des el. Stromes gewonnen wird, mehr als verloren geht, durch die mit dem neuen Plattenpaare vermehrte Retardation dieser Leitung, woraus sich von selbst ergiebt, dass bei fortdauernder Vergrö-Iserung in der Breitendimension irgend eine weitere Vermehrung in der Anzahl der Schichtungen immerfort in einem entgegengesetzten Sinne wirken konnte. Endlich ist hierbei noch zu berücksichtigen, dass gewisse Wirkungen der Säule, wie namentlich die magnetischen, und vielleicht auch manche chemische, so genau an eine gewisse Intensität oder Spannung der E. gebunden seyn können, dass bei einer großen Verstärkung derselben sie gänzlich wegfallen wiirden; was wenigstens für die ersteren durch die unter dem Artikel: Elektromagnetismus angeführten Erfahrungen als wirkliche Thatsache sich bereits ergeben hat.

B. Theorie des verstärkten Galvanismus oder der vielfachen Kette.

98. Die Theorie des verstärkten Galvanismus hat nachzuweisen: a. wie durch die bestimmte Construction der Säule, d. h. durch Aneinanderreihung mehrerer einfacher Ketten an einander nach einem für alle Volta'sche Apparate gleichförmigen Scheme, die Action der einfachen Kette in dem Grade verstärkt werden muß, wie die Säule sie in ihren Wirkungen verglichen mit denen der einfachen Kette zeigt; b. aus dem für die Verviel-

fachung im Allgemeinen aufgestellten Principe zugleich den "Einfluss der verschiedenen Momente, die bei der Säule in Betracht . kommen, und mit deren Abänderung jene Wirkungen sich dem Grade und der Art nach abändern, begreiflich zu machen. Man übersieht leicht, dass die verschiedenen Ansichten von der Art des Vorgangs in der einfachen Kette oder von dem Wesen der einsachen galvanischen Action nothwendig auch den Theorien des verstärkten Galvanismus eine verschiedene Gestalt geben müssen, doch ließe sich bei aller Uebereinstimmung in der Theorie der einfachen Kette noch eine Verschiedenheit des Princips der Vervielfachung denken, wie es auch wirklich der Fall ge-Indem ich aber die verschiedenen Theorien des wesen ist. verstärkten Galvanismus in der Kiirze vortrage, werde ich zugleich Gelegenheit haben, noch diejenigen Thatsachen nachzutragen, die auf eine mehr specielle Weise als Beweise für oder wider angeführt worden sind, und nach dieser Prüfung durch das Zusammenhalten mit den vollkommen ausgemachten Datis der Erfahrung wird man am besten im Stande seyn, zwischen denselben zu entscheiden, und das Gewisse von dem noch Zweifelhaften und Problematischen zu sichten.

99. VOLTA glaubte eine genügende Erklärung der verstärkten Wirkung der Säule durch eine bloße Addition oder Summirung der el. Erregungskraft zweier Körper in der Berührung mit einander, oder der Impulsionen, welche von zwei solchen Körpern der eine auf den andern ausübt, gefunden zu haben, eine Addition, welche dadurch möglich wird, dass die Erreger des Galvanismus in wenigstens zwei Classen zerfallen, trockene und feuchte Erreger: wovon zwar jene unter sich eine große gemeinschaftliche in Nr. 19 und 23 näher charakterisirte Spannungsreihe mit einander bilden, die letzteren aber einem andern Spannungsgesetze mit jenen folgen, als die trockenen Erreger unter sich selbst beobachten. Werden je zwei Erreger der ersten Classe in gleichbleibender Ordnung über einander geschichtet, so kann, wie groß die Zahl dieser Paare auch seyn mag, nie eine größere Wirkung als von einem einzelnen Paare entstehen, weil die Impulsionen sich wechselseitig immer wieder ausheben, und die ganze Reihe hiedurch das Gleichgewicht ge-. gen einander halten. Schichtet man z. B. zwei Plattenpaare KZ; K'Z' über einander, so wird man nur die Wirkung des . einen Plattenpaares in Anhäusung der E. in dem obersten Zinke

gleichsam Zersplitterung bestimmt, wie der mit so schwacher Spannung angetriebenen galvanischen E. 1.

ZAMBONT 2 hat auch auf dieses Verhalten der E. bei ihrem Durchgange durch vollkommene Leiter sich auszubreiten und gleichsam in viele Fäden zu zertheilen, eine Erklärung der zweigliedrigen Säule (Nr. 78.) im Sinne der Volta'schen Theorie gebauet. Aus den beiden mit dem Wasser in Berührung befindlichen Oberflächen des Metalls, welches, wie Zink, Zinn u. s. w., mit dem Wasser -- el. ist, streben in dem Wasser eines jeden der Gläser zwei el. Strome nach entgegengesetzten Seiten zu entstehen. Beide müssen sich aus dem eben angeführten Grunde ausbreiten, und zwar in eine große Menge Fäden, welche außer dem geraden noch seitwärts liegende Wege einschlagen. Beriihrte das Wasser dieselbe Anzahl von metallischen Puncten in beiden Gefässen, so würden die Strome aus derselben Anzahl von el. Fäden zusammengesetzt seyn, und diese sich einander auf dem Wege begegnen und den Durchgang wechselseitig versperren, welswegen keine el. Spannung und Antreibung der E. in der einen Richtung statt finden konnte. Nun ist aber die nothwendige Bedingung der zweigliedrigen Säule die geometrische Ungleichheit der beiden Berührungsflächen. Die Vierecke der Metallblättchen in den oben beschriebenen Apparaten berühren das Wasser in weit mehreren Puncten als der Schwanz derselben, es wird daher auch die Anzahl der el. Fäden, welche den vom viereckigen Metallblättchen herkommenden Strom zusammensetzen, viel größer als der andere seyn, und ein Theil dieser Fäden schon hinreichen, dem ganzen vom Schwanze des Blättchens herkommenden Strome den Weg zu versperren; alle el. Fäden, welche vom Viereck gleichsam ungehindert in ihrer Bewegung noch übrig bleiben, gelangen an die Spitze des demselben gegenüber stehenden Schwanzes, und werden so in das viereckige Metallblättchen des nächst stehenden Glases übergeführt. Dieser Ueberschuss addirt sich demnach zu der überwiegenden elektromotorischen Wirkung, welche dieses viereckige Blättchen von seiner Seite in derselben Richtung ausübt, und so von Glas zu Glas, worin eben die Säulenwirkung besteht. Enthalten die Gläser eine gut leitende

¹ Vgl. DE LA RIVE in Ann. de Chemie T. XXVIII. p. 215.

² G. LXX. 170, ff.

Flüssigkeit, wie z. B. Kochsalz - oder Salmiakaustösung, braucht der el. Strom in ihr sich nicht zu erweitern und in Fäden zu spalten, um einen Durchgang durch die Flüssigkeit zu finden, vielmehr wird er auf dem kürzesten und gedrängtesten Wege fortschreiten. Beide el. Ströme von dem Vierecke und -dem Schwanze sind dann nicht mehr eine Anhäufung von so viel el. Fäden, als es Puncte in den Vierecken und in dem Schwanze giebt, sondern sie sind ein einziger sehr feiner Faden von hinter einander liegenden Molecülen, die von einem einzigen Puncte des Vierecks, so wie des Schwanzes herkommen, und zwar von demjenigen, welcher sich am Anfange des eingeschlagenen kürzesten Weges befindet. Und da nun auf diesem Wege beide Fäden mit gleichen entgegengesetzten Kräften, wegen der ganz gleichen el. Spannung auf beiden Seiten, auf welche nach allen Erfahrungen die Oberfläche als solche keinen Einfluss hat, auf einander stoßen, so erlöscht alle ihre Bewegung. Man sieht auch, dass, wenn das Leitungsvermögen der Flüssigkeit in der Mitte zwischen diesen beiden Extremen liegt, die Geschwindigkeit der Ladung der Pole zwar zunehmen, aber auch die Stärke ihrer Spannung abnehmen muß. Ist endlich die Flüssigkeit ein gar zu schlechter Leiter, so bewegt sich, da ohnedem die elektromotorische Krast nur eine schwache ist, das el. Fluidum zu langsam von Platte zu Platte, und gewinnt Zeit durch irgend einen nicht vollkommen isolirenden Theil des Apparats in den Erdboden sich zu verlieren, bevor es sich hinlänglich angehäuft hat, um eine el. Spannung hervorzubringen. So fand dann auch ZAMBONI bei Anwendung einer gewissen Sorte Stanniol gar keine Spannung seiner zweigliedrigen Säule mit blossem destillirtem Wesser, die aber sogleich zum Vorschein kam, als etwas Salz in dem Wasser aufgelöst wurde. Schwieriger wird diese, gleichsam mechanische Erklärung für den Fall, wenn das angewandte Metall, wie z. B. Kupfer, mit dem Wasser positiv el, wird, und der positive Pol nach der Schwanzseite desselben hinfällt, während bei der Annahme zweier el. Ströme, eines positiven und negativen, diese Schwierigkeit wegfällt. Ohne diese Erklärung in jedem einzelnen Satze anzunehmen, kann man zugeben, daß eine größere Quantität (= Masse) von E. mit derselben Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt, wie eine kleinere Quantität, in der Bewegung das Uebergewicht haben, dass aber dieses Uebergewicht abnehmen

muss in dem Verhältnisse, in welchem defjenige Factor, der auf beiden Seiten der gleiche bleibt, nämlich die Geschwindigkeit, welche offenbar mit der Güte der Leitung zunehmen muss, wächst, wobei vielleicht noch der Umstand mit beitragen kann, dass bei einer besser leitenden Flüssigkeit die Ketten, welche schon ein trockener Erreger allein mit einer einzelnen Flüssigkeit zu bilden im Stande ist, nach Nr. 407 das Uebergewicht bekommen, und sich darum die Wirkung von Glied zu Glied weniger fortpslanzen kann.

- 102. So genügend nach dem bisherigen nun auch die Volta'sche Theorie von den wichtigsten Erscheinungen, welche die Säule darbietet, Rechenschaft giebt, so bieten doch einige Ersfahrungen bedeutende Schwierigkeiten dar, die auch von den Gegnern derselben urgirt worden sind:
- 1. Die erste besteht in dem Einflusse, welchen Metalle ausüben, wenn sie in den Kreis der geschlossenen Säule zwischen die slüssigen Leiter interpolirt werden und die Continuität desselben unterbrechen. Schon in der Theorie der einfachen Kette ist von dieser Schwierigkeit die Rede gewesen, in der Sphäre der Erscheinungen der Säule bot sie sich abermals auf eine noch auffallendere Weise dar 1. Ueber den Einfluss der Metalle, wenn sie die Continuität des die beiden Pole mit einander vereinigenden flüssigen Leiters unterbrechen, hat DE LA Rive neuerlich einige interessante Beobachtungen gemacht, die ihn zu einer Modification der Volta'schen Säule geführt haben, und die hier am besten ihren Platz finden. Um diesen Einfluss genau zu bestimmen, bediente er sich eines gläsernen Trogs einen Fals lang und zwei Zoll breit, welchen er in verschiedene Abtheilungen durch Platinbleche theilte, welche Abtheilungen mit der Flüssigkeit gefüllt wurden, die die Leitung zwischen den beiden Polen, welche durch Platindrähte in sie eingriffen. vermitteln sollte. Als Massstab für die Energie des el. Stromes (dessen Realität von DE LA RIVE hier in Uebereinstimmung fast mit allen Physikern vorausgesetzt wird) diente ihm ein Multiplicator mit einer Magnetnadel, dessen Platinenden in die Flüssigkeit eintauchten, welcher jedesmal einen Theil des el. Stromes durch sich durchleitete, dessen Intensität begreiflich im Verhältnisse der Intensität des el. Stromes selbst, von dem er ein Theil war, stehen

¹ Vrgl. obon Nr. 90.

muste, und der folglich den Grad dieser Intensität durch die Größe der Abweichung der Magnetnadel anzeigen muste. Der galvanische Apparat, dessen er sich bediente, war ein Zellenapparat von 60 Doppelplatten, jede 16 Quadratzoll Oberstäche haltend, und die Zellen wurden mit einer Austösung von Kochsalz gefüllt, welcher etwas Salpetersäure oder Salzsäure beigemischt war. Die Resultate seiner Versuche waren folgende:

Eine oder mehrere Metallscheiben senkrecht auf die Linie, welche von dem einen Pole zum andern durch die Flüssigkeit führte, in diesen Trog eingesenkt, und die Continuität der Flüssigkeit so unterbrechend, dass der el. Strom gezwungen war, durch diese Metallbleche hindurch'zu gehen, verminderten die Intensität des Stromes. b. Diese Verminderung ist beinahe null, wenn der Strom, welcher diese Scheiben zu durchbrechen hat, sehr energisch ist, und von einer Säule herrührt, die aus einer großen Anzahl von Platten zusammengesetzt ist; die Intensität des Stromes nimmt aber in einem um so schnelleren Verhältnisse beim Durchgange durch dieselbe Anzahl von Platten ab, je schwächer die ursprüngliche Intensität des Stromes ist, und daher bedarf es eines sehr energischen Stromes, um an jedem Pole das gleiche Quantum von Gas zu erhalten, gleich viel, ob die Flüssigkeit ein Continuum bildet, oder durch eine oder mehrere Metallplatten unterbrochen ist. c. Von zwei el. Strömen, welche dieselbe Intensität haben, der eine urspringlich, der andere, nachdem er durch eine oder mehrere Metallscheiben durchgegangen ist, wird der erstere weit mehr durch die Dazwischenbrigung einer neuen Metallscheibe geschwächt, als derjenige, welcher schon durch mehrere solche Scheiben durchgegangen ist. Dieses letztere Resultat ist es nun ganz vorzüglich, welches de LA Rive zu weiteren Versuchen und sohr sonderbaren Folgerungen daraus geleitet hat.

Die beiden mit einander verglichenen Ströme hatten ihren Umprung von demselben Volta'schen Apparate, aber der eine hatte eine ursprünglich schwächere Intensität, als der andere, weil man ihn nach einem längeren Zeitraume von dem Anlange der Thätigkeit des Apparats an gerechnet, beobachtete. Zur Verdeutlichung des unter cangegebenen Resultats theilt DE LA Rive folgende Reihe von Versuchen über die Grade der Abweichung der Magnetnadel nach Maßgabe der Zahl der interpolitten Platten und der Energie der Säule mit:

Keine Zwischen- 1 Zwischen- 2 Zwischen- 3 Zwischen-										
	•	F	latte		platte.		platten.	P	atten.	
1: V	ersuch	<u> </u>	83°		83*		82,5	_	82	
2.		_	81		78		7 5		71	
3.			80		76		72	· —	66 .	
4.	-		79		73		68	_	65	
5.	<u></u>		78	_	73		67		62	
6.	<u></u>		77		71		64		57	
7.			76		70		63	/	56	
8.	_		75		67	_	61		53 ⁻	
9.			74		· 66	_	60	` —	52	
10.			73		65	_	58		50	

Man ersieht hieraus, dass ein Strom, dessen ursprüngliche Intensität durch 83° Abweichung der Nadel bezeichnet ist, nur um einen Grad nach seinem Durchgange durch 3 Platinscheiben, durch welche der flüssige Leiter unterbrochen war, abnahm, während ein Strom von 77° ursprünglicher Intensität nach dem Durchgange durch dieselben 3 Platten auf 57° herabsank, und gin Strom von 73° ursprünglicher Intensität gar auf 50°, und überhaupt in dem Verhältnisse mehr, in welchem er ursprünglich schwächer war; dass ferner ein Strom auf 78° durch seinen Durchgang durch eine Scheibe geschwächt (2ter Vers.) doch noch eine Abweichung von 75° hervorbrachte nach seinem Durchgange durch eine zweite Scheibe, während ein ursprünglich 78° starker Strom (5ter Vers.) auf 73° durch den Durchgang durch eine erste Platinscheibe herunter gebracht warde, eben so ein durch den Durchgang durch zwei Scheiben auf 75° geschwächter Strom (2ter Vers.) durch seinen Durchgang durch die dritte Scheibe auf 71° herabsank, während ein ursprünglich 75° starker Strom (Ster Vers.) auf 67° durch die Interpolation der ersten Scheibe herabgebracht wurde.

Die angeführten Resultate gelten indels nicht auf gleiche Weise, wenn man statt einer gut leitenden salzigen Flüssigkeit eine schlecht leitende, wie z. B. Flusswasser nimmt. Dieser schlechte Leiter außert eine ganz gleiche Wirkung auf den Strom bei seinem Durchgange durch eine gewisse Strecke desselben, wie eine Metallscheibe, indem nämlich ein Strom, welcher auf eine gewisse Intensität gebracht war, in Folge davon, dass er darch eine große Strecke Wasser durchgegangen war, nachher

weniger bei seinem Durchgange durch eine oder mehrere Metallscheiben geschwächt wurde, als ein Strom von derselben Intensität, der aber, weil er ursprünglich schwächer war, keinen so langen Weg durch das Wasser gemacht hatte. Es scheint also, wie wenn der Strom in diesem Durchgange durch die langen Strecken Wasser die nämliche Modification erlitten hätte, als wenn er in einem guten flüssigen Leiter durch eine zwischen gebrachte Metallplatte hindurch ging, eine Veränderung, die ihn gleichsam geschickter machte, durch eine zweite, dritte Scheibe u. s. w., die ihm auf seinem Wege begegneten, hindurchzugehen, ohne verhältnismälsig geschwächt zu werden. 'Auf diese Thatsachen gründet nun DE LA REVE eine sehr sonderbare Erklärung der verschiedenen Wirkungsart der Säulen von wenigen und vielen Schichtungen. Die ersteren sind vorzüglich geeignet, die Wirkungen hervorzubringen, welche hauptsächlich zum Vorschein kommen, wenn vollkommene Leiter (Metalldrähte) den schließenden Bogen bilden, nämlich die Erscheinungen der Wärme (Ghihen) und des Magnetismus; die letzteren sind nothwendig, um mit einiger Energie die Erscheinungen hervorzubringen, welche auftreten, wenn der galvanische Kreis durch einen unvollkommenen Leiter geschlossen wird, wie namentlich die chemischen Zersetzungen und Erschütterungen.

Was mämlich das Totalquantum der erzeugten E. betrifft, welches auch die Wirkungen seyen, die man hervorbringen will, so hangt dieses Quantum für dieselbe Säule, der Zahl der Schichtungen und der Beschaffenheit des feuchten Zwischenleiters nach, von der Größe der Oberfläche der Platten ab. Strome also, welcher von einer vielblattigen Säule herrührt und der so kräftig auf die schlechten Leiter einwirkt, begegnet ganz genau dasselbe, was in den vorerwähnten Versuchen einem Strome begegnet, welcher durch mehrere Scheiben hindurchgeführt wurde: je mehrere er passirt hatte, um so geschickter wurde er durch neue hindurchzugehen, und folglich auch durch die schlechten flüssigen Leiter, von welchen eben gezeigt ist, das sie in dieser Hinsicht die gleiche Beschaffenheit, wie die Metalle besitzen. Ein Strom folglich, der in einer vielplattigen Säule während seines Kreislaufs oft in dem Falle gewesen war, von der Flüssigkeit in eine Metallscheibe überzugehen, wird in Beziehung auf feuchte Leiter mehr Leichtigkeit besitzen, durch sie hindurchzugehen, als ein Strom, welcher

durch eine Saule von wenigen Schichtungen erzeugt wird, wie groß auch ihre Oberfläche seyn mag. Bietet man aber diesem Strome einen metallischen Leiter dan, der picht den nämliohen Widerstand entgegengesetzt, so wird er ungeschwächt hindurchgeken und eine große Wirkung hervorbringen. Man konnte, sich die Sache noch mehr zu verdentlichen, in dem el. Strome gleichsam zwei ganz verschiedene Antheile von E. annehmen, woven der eine ohne Schwierigkeit durch alle Leiter hindurchgeht, sowohl durch die schlechteren feuchten, als durch die vollkommen metallischen, der andere dagegen nur durch die metallischen Leiter. Der Durchgang des Stromes durch eine Säule von vielen Schichtungen trennt gleichsam diese beiden Portionen, indem er diejenige zurückhält; welche für mittelmassige Leiter nicht-günstig ist, und nur die andere Portion durchläßt. Die durch einen galvanischen Apparat von wenigen-Platten erzeugte E. hat dagegen diese Art von Durchsiebung (!) (n'ayant été tamisée) und Scheidung nicht erfahren, und wenn man ihr daher mittelmäßtige Leiter darbietet, so wird sie durch dieselben aufgehalten und nur eine kleine Portion derselben wird durchgehen, die Wirkung auf die feuchten Leiter wird daher schwech seyn, während, wenn man ihr einen guten Leiter darbietet, beide Portionen durchgehen und die Wirkung beträchtlich seyn wird. Die Verstärkung der Wärmeerzeugung und der magnetischen Action durch Füllung der Tröge mit einer Flüssigkeit von starker chemischer Action erklärt sich auch dadurch, fudem dieselben Versuche über die Schwächung beim Durchgange des Stroms durch Metallscheiben ihn gelehrt haben, dals diese Schwächung um so geringer ist, je stärkere Wirkung die leitende Flüssigkeit auf die interpolirte Metallscheibe ausübt, (vergl. Nr. 83.) . DE LA RIVE führt noch folgenden Versuch zur Unterstützung seiner Ansicht an. Eine Säule nur von 10 Plattenpaaren, aber von ziemlich beträchtlicher Oberfläche, brachte einen 0,25 Lin. dicken und mehr als 4 Z. langen Messingdrahe zum Rothglühen. Der nämliche Strom durch einen guten flüssigen Leiter (eine Salmiakauflösung) hindurchgeführt, brachte eine Abweichung der Magnetnadel von 50° hervor, wurde eine Platinscheibe dazwischen gebracht, so betrug die Abweichung nur noch 5°, während ein durch eine Saule von 60 Paaren hervorgebrachter Strom, der eben so weit geschwächt war, dass er nur eine Abweichung von 50° bewirkte,

machdem er durch eine Platinscheibe durchgegangen war, doch noch 40° Abweichung nach dem Durchgange durch eine zweite Platinscheibe hervorbrachte. Da der Strem in dem ersten Falle nur erst 10 Platten passirt hatte, hatte er noch nicht, wie in dem zweiten Falle nach einem Durchgange durch 60 Platten, jene Modification erlitten, die ihn nun geschickt machte, ungeschwächt ebensowohl Metallscheiben als schlechte Leiter zu passiven. Dieser Physiker setzt hinzu, es möchte sich vielleicht auf theoretischem Wege ein Gesetz finden lassen, das zu der Grenze führte, wo der Strom, nachdem er eine gewisse Anzahl von Platten passirt hat, gar nicht mehr aufgehalten werde, so wenig bei seinem Durchgange durch andere Platten als durch mehr oder weniger unvollkommne Leiter.

Mir scheint indess bis weiter die Rechanschaft, welche die Volta'sche Theorie von dem Einflusse der Abänderungen in der Säule nach Zahl der Schichtungen, Große der Oberstäche der Platten und chemischen Beschaffenheit des feuchten Zwischenleiters auf die Abanderung der Wirkungen der Säulen giebt, immer noch ausreichend genug, als dass es nöthig seyn sellte, eine so abentheuerliche Erklarung zuzulassen, welche nirgend, was wenigstens die zweierlei Portionen von E. in einer und danselben Art (der positiven z. B.) betrifft, die Analogie für sich hat. Auffallend bleibt allerdings die, wie es scheint, hinlänglich genau ausgemittelte Thatsache von der verschiedenen Art. wie ein ursprünglich sehwacher und ein auf denselben. Grad durch den Durchgang durch eine oder mehrere Metaliplatten geschwächter galvanischer Strom beim Durchgange durch, eine neue Metallplatte afficirt wird. Indels könnte diese Verschiedenheit vielleicht daher rühren, dals die Umstände in beiden Fällen nie dieselben waren, indem jedesmal bei der Vergleichung der Schwächung eines bereits durch eine oder mehrere Metallplatten durchgegangenen Stromes beim Durchgange durch eine neue Metallplatte mit der Schwächung eines ursprünglich schon gleich schwachen Stromes beim Durohgange durch eine erate Metallplatte, in dem Troge im eraten Falle sich stets mehrere Metallscheiben befanden, die nothwendig auf den ganzen Process mit einfließen mußten, indem sich sehr wohl deuken lässt, dass in diesem Falle der grossere Theil des Stromes durch, den Multiplicator ging und eben darum eine größere Wirkung hervorbrachte, wenn gleich der Strom im Ganzen nicht hräftiger

war. Uebrigens bestätigte de LA Rive bei dieser Gelegenheit gleichfalls die schon längst von ihm so wie von Jägen und Ritten gemachte Beobachtung (Nr. 26., 40., 63. und 90.) dals die interpolitien Metallplatten den el. Strom um so weniger schwächten, je oxydabler dieselben waren, oder je leichter sie durch den flüssigen Leiter selbst angegriffen wurden. So wurde unter denselben Umständen ein Strom von 56° auf 45° reducirt durch ein Platinblech, auf 50° durch ein Kupferblech, und nur auf 54° durch eine Scheibe von Zink.

Schon oben (Nr. 61.) ist ein Versuch gemacht, diesen Einfluss der Interpolation der vollkommenen festen Leiter zwischen die unvollkommenen flüssigen auf die Schwächung der Action der Kette mit der Volta'schen Theorie eines von der überwiegenden elektromotorischen Kraft der Metalle abhängigen el. Stromes in Uebereinstimmung zu bringen; jedoch bleibt dieser Einstus immer noch sehr räthselhaft. MARIANINI, welcher Versuche über den Einstals dieset Unterbrechung durch Bleiplatten 1 bei gleichbleibender Ausdehnung des flüssigen Leiters im Ganzen auf die Schwächung des Stromes eines einfachen Elektrometers, sofern die Abweichung der Magnetnadel als Massstab dient, angestellt hat, glaubt, dass der Grund dieser Schwächung vielleicht in einer Art von Resteution liegen möchte, welche die E. beim Uebergange von einem flüssigen in den festen Leiter erleide, und führt zur Erläuterung die analoge Erfahrung vom Lichte an, welches durch ausgedehnte Schichten von Luft und Wasser, jede einzeln für sich, oder wenn sie in dikken Schichten über einander liegen, nur wenig geschwächt, aber in seinem Durchgange gänzlich aufgehalten werde, wenn beide in dünnen Schichten gemischt sind, wie dieses der Schaum des stark bewegten Wassers zeigt, welcher undurchsichtig ist. Ich bekenne gern, dass hier noch Räthsel sind, die erst mit einer noch tiefern Kenntniss des Wesens der E. als wir sie jetzt noch besitzen, verschwinden werden.

2. Eine andere Art von Schwierigkeiten für die Theorie Volta's, bieten gewisse galvanische Combinationen dar, mit welchen der scharfsinnige Schweisern schon vor mehreren Jahren diese Lehre bereicherte 2. Er bediente sich hierbei einer

¹ Schw. N. R. XIX. 264. Poggendorf's Ann. IX. 167.

^{2&#}x27; Gehlen N. J. der Ph. u. Ch. VII. 537: IX. 8166 701.

Art von Trogapperat und viereckiger einzölliger Zink- und Kupferplatten, die durch Messingdrähte mit einander verbunden waren. Schweiger hatte 3 solcher Zellen mit 3 Combi-Fig. nationen dargestellt, von welchen gewöhnlich 12 bis 24, sol-139. ten bis 50 von ihm angewandt wurden, weil es ihm blofs um eine Vergleichung der verschiedenen Wirksamkeit verschiedener Combinationen zu thun war. C, C, C sind die gläsernen Zwischenwände, durch welche der hölzerne Trog in verschiedene Abtheilungen geschieden ist. Die drei Platten, welche hier zusammen ein Element bilden und wovon die eine Z Zink, die zwei andern K1 und K2 Kupfer, alle von gleicher Größe sind, werden durch einen Draht mit einander verbunden. Zwischen Z und K4, die in einer und derselben Zelle hängen, wird noch zum Ueberflus ein Stückchen lackirtes Holz gebracht, so dass keine andere metallische Verbindung zwischen den K1 und dem Z, desgleichen zwischen dem K2 und dem Z stett findet, als durch den Messingdraht, durch welchen die drei Platten zusammenhängen, und welcher durch Seitenlöcher durchgesteckt ist, den man aber, um der genauen metallischen Berührung cowifs zu seyn, auch mit ihnen zusammenlöthen kann. Nach VOLTA'S Theorie, meint SCHWEIGGER, könne hier unmöglich Wirkung entstehen, weil Z von zwei entgegengesetzten Kräften afficirt wird, und zwischen den beiden Impulsionen, die mit gleicher Stärke einander entgegenwirken, im natürlichen Zustande bleiben müsse, und doch giebt ein solcher Apparat eben so gut Wirkung, als wenn man blofs K2 Z mit Hinweelassung des andern K1 angewandt hätte. Diese Schwierigkeit fellt indels weg, wenn man berücksichtigt, dals diese Impulse sich nur in Beziehung auf die einander gerade entgegengesetzten Richtungen einander das Gleichgewicht halten oder aufheben. aber-keinesweges in Beziehung auf irgend eine andere Richtung, in welcher die angetriebenen Blektricitäten sich etwa fortbewegen konnen. Die Volta'sche Theorie lässt keinesweges die Behauptung zu, dass Zink zwischen zwei Kupferplatten sich im natürlichen Zustande befinden müsse, der el. Zustand desselben, wenn alle drei isolirt sind, wird vielmehr + ? und derjenige jeder Kupferplatte -- i seyn, wenn man nämlich den Impuls vom Kupfer zum Zink und den davon abhängigen el. Spannungsunterschied == 1 setzt. Es wird also das Zink mit größerer Intensität sein + auszuströmen suchen, als wenn ein einzelnes K

auf dasselbe wirkt, in welchem Falle die Spannungen - 1 und + 4 soyn werden. Man kann sich vorstellen, dass die beiden Impulsionen beider Kupferplatten sich in dem Zinke gleichsam vereinigen und wechselseitig verstärken, um die E. im Volta'schen Sinne an und fortzutreiben, weil bei einer Materie, wie die el., der wir eine ähnliche Elastieität, wie den Gasarten, dem Wasser u. s. w. zuschreiben müssen, eine Einwirkung, die ia einer Richtung statt findet, ein Streben nach allen Seiten auszuweichen bestimmt, und diese Combination wird also stärkere Fig. Wirkung geben müssen, als die Combination 1, wobei wie bei 140 den folgenden Figuren der horizontale Strich ab jedesmal die Art der metallischen Verbindung der Platten unter einander durch Drähte, mit denen sie zusammengelöthet sind, und der verticale Strich a & die Glasplatte der Troge, welche sie von einander trennt, und also die Art der Einsetzung der Metallplatten in die Troge bezeichnen. Wenn man die in diesem Falle statt findende Wirkung daraus erklären wolke, bemerkt Schweis-GER ferner, dass da Z K' in dieselbe Flüssigkeit eingetaucht sind, die el. Spannung durch dieses sie umfliessende gesauerte Wasser (das er gewöhnlich anwendete) beständig aufgehoben werde, und also die el. Spannung von K2 Z, die sich in getrennten Fächern befinden, allein übrig bleibe, so stehe diesem das ganz andere Verhalten der Combination 2 entgegen, wo doch auch die Spannung zwischen K Z', die sich in einem und demselben Fache befinden, durch das umfließende Wasser aufgehoben werden, und folglich abermals die Wirkung von Z2K übrig bleiben musste, während dieser Apparat so gut wie gar nichts giebt, keine Gasentbindung oder Oxydation, auch bei einem Abstande nur von einer Linie der Drähte in der Gasröhre, keine el. Erschütterung, auch selbst nicht bei verwundeten Fingers. Hebt man dagegen ein einziges Z aus, so dass in der Reihe ein Element, wie die Combination 3 vorkommt, so stellen sich die Wirkungen eines el. Stromes sogleich ein. Nach Volta's Theorie muss sich aber auch in der That diese Verschiedenheit zwischen dieser und der Combination 4 zeigen, denn wenn man das Schema der aus jenem Elemente errichteten Batterie, wie die Combination 5 sie darstellt, betrachtet, so übersieht man leicht, dass in dieser Säule, in welcher der positive Pol nach der linken Seite hin gelegen ist, der Impuls, welcher von der rechten Seite her kommt, in jeder Zelle durch einen entgegen-

gesetzten Impuls großentheils aufgeheben warden muls, ind die E., die in der Combination Nr. I. von K nach Z' angetrie wird, nicht bloß nach K zurückströmt, sondern, wie alle V suche beweisen, sich in dem flüssigen Leiter verbreitet. also der E., die von Z2 her angetrieben wird, sich entgeg ' setzt. Auch lässt sich die relative Unwirksamkeit dieser Si nach der Art, das Resultat der Einwirkung der Metalle auf ein der durch die el. Spannung zu bestimmen, so auffassen, dass Z' in der Combination Nr. I., indem es durch die E. von d Z² in der Combination Nr. II. auf + 1. erhoben wird, das K dieser Combination auf O bleiben muss, und also auf das Zi der Combination Nr. I, wie in einer einfachen Kette wirkt. Räsonnement, welches, so weit man diese Batterie fortse immer wieder seine Anwendung findet, so dass die Wirki eines einzigen Plattenpaares immer nur das endliche Resultat Schweiger fand freilich eine noch schwächere Wirku denn bei 16 Combinationen und Anwendung von mit et Schwefelsäure geschärftem Wasser war es nicht möglich, du die Polardrähte, die an einem Froschpräparate angelegt wurd auch nur die geringste Contraction hervorzubringen, währe wenn nur aus einer der Combinationen eine Zinkplatte hera gehoben, und diese aus der Combination Nr. L in die Com nation Nr. II. verwandelt wurde, dieser Erfolg sogleich eint Indess ist nicht zu leugnen, dass, wenn auch eine aus solch Combinationen wie Nr. II. errichtete Batterie das Aequival nur eines einzelnen Plattenpaares ist, dieselbe bei der wirl chen Schließung einem solchen weit nachstehen muss, ind der schwache Strom in seinem Durchgange durch die Sä selbst ungemein retardirt wird. Doch bemerkt Schweise selbst, dass im Zustande hoher Erregbarkeit diese Batterie Froschpräparat wirklich in Contraction versetzte. Dass die Co bination 6 drei - und viermal so stark wirkte, als die Combii tion 7, erklärt sich aus dem Satze, dass um das Maximum v Action zu haben, stets die Berührungssläche des negativen 1 regers mit der Flüssigkeit diejenige des positiven Metalls üb treffen muss, oder dass sehr wénig von dem positiven Meta sehr viel von dem negativen Metalle beschäftigen kann. Combination 7 erschöpft gleichsam das Zink, welches mit d Kupfer in einem Fache ist, vollkommen die Action die Kupfers, oder beschäftigt dieses schon hinlänglich, und es ble

dahet wenig zu übertragen übrig, während in der ersten Combination das Zink die Action beider Kupferplatten aufnehmen kann, wovon zwar die eine durch die Entgegenwirkung der andern Kupferplatte aufgehoben wird, aber immer noch die Wirkung eines KZ übrig bleibt, die sich durch die ganze Batterie hindurch addirt. Schweiger hat noch eine andere Combination angegeben, welche in der That den Beweis liefert, dass die entgegengesetzten Strome der beiden in demselben Fache befindlichen Zinkplatten, oder wie er sich ausdrückt, die Repulsionen, die diese Zinkplatten auf einander ausüben, die wahre Ursache der fast gänzlichen Unwirksamkeit aus der Combination Fig. 2 sind. Eine solche Einrichtung zeigt die Figur, wo der Draht, 141 welcher die ersten 2ZKZ' zu einer Combination verbindet, den 'Draht, durch welchen die zweite 2ZKZ' mit einander zusammenhängen, nicht berühren darf, welches anzudeuten die Drähte abwechselnd punctirt gezeichnet sind. Man sieht leicht, das in diesem Falle die Strome der beiden Zinkplatten, wenn wir von der rechten nach der linken Seite fortschreiten, einander nicht entgegenwirken, indem das Kupfer sich zwischen beiden Z befindet, dass der Strom von Z sich mit dem K auf der ihm gegenüberstehenden Fläche gleichsam ausgleicht, und der Strom von Z2 durch dasselbe K nach dem zweiten Fache übergeführt werden kann. Ich übergehe noch einige andere Combinationen, welche Schweigger in einem späteren Aufsatze 1 der Volta'schen Theorie entgegengestellt hat und die sich auf ähnliche Weise immer noch mit derselben in Uebereinstimmung bringen lassen, und werde übrigens eine andere Theorie, welche Schweigen darauf gegründet hat, weiter unten beleuchten.

3. Endlich hat man einen scheinbar siegreichen Einwurf gegen die Volta'sche Theorie von der Nothwendigkeit des Oxydationsprocesses in der Säule zur Wirksamkeit derselben und von der Abhängigkeit des Grades derselben von dem Grade dieses Oxydationsprocesses hergenommen. Schon unter dem Abschnitte von der einfachen Kette habe ich in Nr. 61. diesem Einwurfe zu begegnen gesucht, auch hat Bior² durch eine Reihe genauer Versuche mit der Coulomb'schen el. Wasge bewiesen, 1. dass zwei el. Säulen, die in allem gleich sind, bis auf die

¹ Gehl. J. IX. 701;

² G. XVIII. 157.

Natur der fenchten Leiter, 'dem Condensator in gleicher Zeit verschiedene Mengen von E. ertheilen können. 2. Dass diese Verschiedenheiten abhängen von dem Unterschiede in dem Leitungsvermögen der feuchten Substanzen; von dem Einflusse. den sie durch ihre Berührung mit den Metallen auf die von den Metallen erregte E. äußern; und von den Veränderungen, welchen die Theile des Apparats in diesen beiden Hinsichten unterworfen sind; dass aber 3. die geringe Menge von E., welche vermuthlich durch die chemischen Wirkungen in der Säule entwickelt wird, keinen wahrzunehmenden Antheil hat, und vollig unvergleichbar ist, mit der E., welche durch den blossen Coutact der Metalle hervorgebracht wird; jedoch stehen immer noch als ein großer Stein des Anstoßes die in Nr. 86. erzählten Versuche entgegen, welchen zufolge der el. Strom der Säule aufhört, sobald die Bedingungen der Oxydation fehlen, wenn gleich alle durch die Volta'sche Theorie erforderten Bedingungen zur Wirksamkeit der Säule vorhanden sind. In Rücksicht auf diese Versuche ist nur zu bedauern, dass sie nicht durch Wiederholungen hinlänglich constatirt sind. Aber auch die Genauigkeit derselben vollkommen zugegeben, ließe sicht vielleicht die relative Unwirksamkeit der Saule, deren Tuchscheiben mit Wasser benetzt sind, das allen seinen atmosphärischen Sauerstoff verloren hat, aus einem sehr auffallend geschwächten Leitungsvermögen eines solchen Wassers für E. erklären, wissen ja, dass die Verhältnisse eines solchen vollkommen luftleeren Wassers auch gegen andere Imponderabilien von denjenigen eines mit Luft erfüllten Wassers sehr auffallend abweichen, dass es namentlich weit unter den Gefrierpunct abgekühlt werden kann, ehe es erstarret. Indels gestehe ich gern, dals dieser wichtige Punct durch fernere Versuche erst noch einer weitern Aufklärung bedarf.

103. Von dem Volta'schen Principe der Verstärkung der E. durch Uebereinanderschichtung mehrerer Plattenpaare, welches man das Princip der Impulsion nennen kann, weicht nun wesentlich das Princip der Verstärkung durch Vertheilung oder condensatorische Wirkung des Zwischenkörpers ab, welches Jaegen am ausführlichsten entwickelt, und eine so viel möglich mathematisch genaue Construction der Phänomene aus demselben abgeleitet hat, und welchem auch die meisten Physiker huldigen. Jaegen wurde zuerst auf dieses Princip durch IV. Bd.

die Erscheinungen der sogenannten trockenen Säule geleitet, stellte es aber später als das allgemeine Princip aller Säulenwirkung überhaupt auf 1. Unmittelbare Versuche hatten ihm bewiesen, dass eine Säule, deren Metalle gleich Condensatoren vollkommen ebene, wohl abgeschliffene Platten waren, und bei denen eine dunne Harzschicht die Stelle des seuchten Zwischenleiters vertrat, folglich sich ganz unter den Umständen befanden, um condensatorisch auf einander zu wirken, ganz dieselben elektroskopischen Erscheinungen gaben, wie eine gewöhnliche Volta'sche Säule, deren Zwischenleiter ein feuchter Körper ist. Dabei ging JAEGER von zwei Fundamentalsätzen aus, welche beweisen sollten, dass die in der Berührung zweier Metalle erregten Elektricitäten sich wirklich einander gegenseitig binden und beschränken, und dass die eine nur dann auf ein Elektrometer einwirken könne, wenn die andere zugleich nach außen beschäftigt wird. Der eine dieser Sätze betrifft das schon oben (Nr. 7.) auseinandergesetzte Verhalten des Condensators, dals, wenn beim gewöhnlichen Verfahren, wo man durch blosse ableitende Berührung der einen Platte, oder durch das 0 des Erdbodens condensirt, die condensirende Kraft = x gesetzt wird, diese Krast in Beziehung auf ein aus einem unerschöpflichen Ouell zuströmendes + Z = 2 x wird, wenn aus einem eben so unerschöpflichen Quell ein gleiches 7 Z der andern Platte zuströmt. Der zweite Satz ist folgender. Wenn man der einen Platte eines Condensators von einer condensirenden Kraft =x aus einem unerschöpflichen + E von der Spannung = y und der einen Platte eines andern gleich guten Condensators aus einem gleichen unerschöpflichen Quell - E von derselben Spannung == v zuführt, während die beiden andern Platten dieser Condensatoren durch einen isolirten Leiter mit einander verbunden sind, so zeigen diese beiden Condensatoren nicht 2 x y, sondern nur xy. JAEGER führt als Beweis dieses zweiten Satzes folgenden Versuch an: Man erbaue zwei Volta'sche Säulen jede von beliebiger Größe, die eine mit dem + Pole, die andere mit dem - Pole in Berührung mit dem Erdboden. Auf die freien Pole von diesen lege man Condensatoren, beide von gleicher Güte, und verbinde die nach oben gekehrten Platten dieser beiden Condensatoren durch einen Leiter mit einem isolirenden Hand-

¹ G. LIL 81. u. LV. 389.

griffe. Beide Condensatoren werden mit der halben Summe der Polarspannungen beider Säulen und folglich, wenn diese gleich sind, nur mit xy geladen seyn, wenn nämlich y die Spannung jeder einzelnen Saule ist. Noch einfacher würde dieser Versuch mit zwei gleich guten Condensatoren anzustellen seyn, deren jeder aus einer gestrnisten Zink - und einer gestrnisten Kupferplatte besteht. Man lege einen dieser Condensatoren mit seiner Kupferplatte auf die Hand, auf seine Zinkplatte lege man aber den zweiten Condensator mit seiner Kupserplatte. Berührt man nun die andere nach oben gekehrte Zinkplatte dieses zweiten Cendensators ableitend und hebt sie an ihrem isolirenden Handgriffe ab, so zeigt sie E. von der halben Spannung derisnigen, welche beim einfachen Volta'schen Fundamentalversuche erscheint, und also halb so stark, als wenn man die Zinkplatte des ersten Condensators ableitend berührt hätte. Dieser Erfolg. dass im ersten Falle nur die halbe Spannung von derjenigen im zweiten Falle zum Vorschein kommt, meint Jaegen, konne nur davon herrühren, dass die in den beiden Metallen durch Berührung erregten Elektricitäten einender durch wechselseitige Anziehung beschränken und sich so weit binden, daher auch nicht mit ihrer ganzen Intensität auf die anliegenden Harzschichten wirken können, und also in den diesen gegenüberstehenden Leitern pur E. von der halben Intensität hervorrusen.

Aus diesen zwei Sätzen leitet Jargen auf folgende Weise den Vorgang der Verstärkung in der Säule ah: die Elektrometoren seyen durch vollkommen isolirende Zwischenlagen, else durch eine Harzschicht von einander getrennt, und bilden zugleich vollkommene Condensatoren, indem sie mit ebenen polirten Flächen an jene Zwischenlagen anstolsen. Legt man auf die den Boden berührende Unterlage von Zink die KupferplatteFig. K' and auf diese die von ihr durch die isolirende Schicht ge-142 tremute Zinkplatte Z', so wird, wenn man Z' ableitend berührt und dann an seinem isolirenden Handgriffe habhebt, diese Platte E. von der Spannung xy neigen, vorausgesetzt, es bemeichne x die Stärke des Condensators K' a Z', und y die ursprüngliche Spannung der E., welche frei wird, wenn Zink und Kupfer mit einander in Berührung gebracht werden. Berührt man aber nun Z' statt mit dem Finger, mit einem Stücke Kupfer oder mit der in der Hand gehaltenen Kupferplatte K2, so zeigt des isoliet abgehobens Z jetzt 4 L won der Spannung 2xy,

nach dem oben erwähnten Gesetze A des Condensators. Legt man ferner auf K2 die Zinkplatte Z2, mit dem isolirenden Zwischenkorper a', so wird Z2 berührt und isolirt abgehoben +Evon der Spannung 2 x v oder x y zeigen nach dem Gesetze B des Condensators. Berührt man aber Z2 statt mit dem Finger mit der in der Hand gehaltenen Kupferplatte K3, so muss nun, was die Combination beider Gesetze verlangt, das isolirt abgehobene Z^2 zeigen + E = $xy + \frac{xy}{9} = xy\frac{3}{2}$. Wird ferner Z^3 mit dem Zwischenkörper a" auf K3 gelegt, so wird die erst ableitend berührte und dann isolirt abgehobene Scheibe Z3 nun + E. von der Spannung xy 1 haben. Berührt man aber Z3 statt mit dem Finger mit der Kupferplatte K4, so zeigt Z3 nun + E. von der Spannung $xy \frac{x}{4} + \frac{xy}{2} = xy \frac{x}{4}$, und so wird der nächste Elektromotor, welchen man auf K4 aufschichtet, E. von der Spannung xy & und der nte Elektromotor E. von der Spannung x y. $\frac{2^n+1}{2^n}$ zeigen. Ist nun n eine bedeutend große Zahl, wird der Werth des letzten Ausdrucks beinahe = xy, und es folgt daraus, dass das letzte Glied eines nach dem Schema der el. Säule erbauten Systems von zahlreichen Condensatoren, deren Platten durch vollkommene Isolatoren getrennt sind, nur E. von der einfachen Spannung des Volta'schen Fundamentalversuches zeigen kann. JAEGER will bei der Prüfung einer aus 6 ziemlich guten Condensatoren von Zink und Kupfer, deren Flächen mit trockenem Bernsteinfirnisse überzogen waren, dieses Gesetz der Progression ziemlich genau bestätigt gefunden haben. In keiner Volta'schen Säule, selbst nicht in der trockenen, sind aber die Zwischenlagen vollkommene Isolatoren. den Einsluss des Gesetzes B in so weit auf, dass jeder der Pole, welcher an die Zwischenlage grenzt, als mit einer Ableitung versehen zu betrachten ist, und dass die E. derselben nicht mehr beschränkt durch die entgegengesetzte des andern nun mit ihrer ganzen Intensität nach außen wirken kann. Wenn in der vorigen Säule der Elektromotor, welcher die Unterlage von Z und die Platte K1 bildete, durch den durchdringlichen Zwischenleiter a getrennt ist von dem Elektromotor Z' und K2, so wird in der Platte Z' und K2 nicht nur + E und - E von der Span-

nung 2y hervorgerufen, sondern indem das + E der Zinkplatte Z' in den Zwischenkorper a eindringt, wird in demselben Masse die - E der Kupferplatte K2 frei und fähig mit dieser Spanzuung 2 y nach außen zu wirken, ohne von dem + E der Scheibe Z beschränkt zu bleiben. Legt man den Elektromotor K3, Z2 sammt dem Zwischenkörper a' auf K2, so wird auch in Z2 positive E. und in K3 negative E. von der Spannung xy hervorgerufen, und da durch die Erregung zwischen K3 und Z3 eine neue Portion E. von der Spannung y hinzukommt, so wird Z2 nun +3 y und K3 -3 y haben und mit derselben Geschwindigkeit, mit welcher die + E der Platten Z2 in die Zwischenlage a' eindringt, wird die - E der Platte K3 frei, und fähig einem prüfenden Instrumente - 3 y mitzutheilen. Derselbe Hergang wiederholt sich bei jedem neuen Plattenpaare, dessen der vorhandenen Säule zugewendeter Pol durch Atmosphärenwirkung die entgegengesetzte E, des Endes der Säule in ihrer ganzen Intensität erhält, wozu noch die Intensität kommt, welche der Elektromotor selbst besitzt. Indem aber diese E, in den ihn mit der Säule verbindenden Zwischenkörper eindringt, wird der andere Pol dieses Elektromotors, der nun das Ende der Säule ausmacht, unerschöpflich geladen, und kann seine E. mit eben der Geschwindigkeit an ein priifendes Instrument abgeben. Die eigentliche Function des Zwischenleiters ist demnach, einmal durch Atmosphärenwirkung gleiche el. Spannung an den beiden ihm zugewandten Polen der Elektromotoren zu vermitteln, und zweitens dadurch, dass diese Elektricitäten continuirlich in ihn eindringen, und in ihm sich wechselseitig aufheben, die freie unbeschränkte und continuirliche Entwicklung der entgegengesetzten Elektricitäten an den von ihm abgewandten Polen eben dieser beiden Elektromotoren zu bewirken. In Rücksicht auf diese el. Wirkungen soll kein anderer factischer Unterschied zwischen trockenen Säulen, von denen die ganze Demonstration ausging, und nassen statt finden, als der, welcher aus der verschiedenen Geschwindigkeit des Leiters entspringt, womit dann alle die Verschiedenheiten auch gegeben sind, welche von der Volta'schen Theorie durch die el. Verhältnisse der Säule erklärt worden. Ob diese an das Unendliche grenzende Verschiedenheit zwischen trockenen und nassen Säulen von der verschiedenen Durchdringlichkeit der nassen und der trockenen Zwischen- . . Korper herrühren, das, meint Jaegen, werden wir nicht eher

zu entscheiden vermögen, als bis wir die Ursache der Retardafion der el. Wirkungen in der Säule, deren nasse Zwischenkörper durch ein Metall in zwei Schichten getheilt sind, kennen gelernt haben, wohel, weil die Metalle nach ihrem Grade der Oxydabilität einen so verschieden Einsluss äussern, wohl ein chemischer Process mit thätig seyn dürste. Noch erklärt sich Jazera gegen die Annahme eines die Zwischenkörper in einer Richtung durchdringenden Stromes von E., als den Erscheinun-, gen geradezu widersprechend, Wenn man nämlich auf den 4-Pol einer nassen Zink - Kupfersäule, deren - Pol den Boden berührt, einen Condensator legt, dessen Platten durch eine trokkene Papierscheibe von einander getrennt sind, so könnte, wenn man seine obere Platte ableitend berührt, und dann isolirt ab . hebt, nach jener Annahme an ihr nur + E von der Spannung des + Pols der Säule erscheinen. Denn da das trockene Papier auch el. wirksame Säulen giebt, so muss es den Strom von +E, welcher sich hier vom Boden aus in einer Richtung gegen den Pol der Säule hin bewegen soll, ebenfalls durch sich hindurch leiten, nur langsamer als das nasse. Allein jene abgehobene Condensatorplatte zeigt - E, von der Spannung des + Pols der Säule, multiplicirt in die Größe, welche das condensirende Vermagen des Instruments ausdrückt. Dass eben diese Condensatorplatte, während sie mit der Säule verbunden ist, an ein anderes prüfendes Instrument + E von der Spannung des + Pols der Saule abgiebt, rührt also bloss davon her, dass sie selbst während diesem Abgeben - E bindet, und damit geladen wird.

104. Diese Vertheilungstheerie hat durch Scholz eine etwas abgesinderte Gestalt erhalten, und ist durch die Analogie der Ladungsplatten noch weiter begründet worden. Ertheilt man den vordern Flächen mehrerer belegter isolirter Glastafeln einen gleich schwachen Grad von + E, und legt sie dann auf einander, indem man die hintere Beleguung der letzten Tafel in eine leitende Verbindung mit dem Erdboden bringt, so wird die el. Spannung erhöht, und zwar im Verhältnisse der Zahl der Tafeln, indem eine jede vordere Fläche zu ihrem freien + E, noch die von der hinteren Fläche der vorhergehenden Tafel

^{1.} B. Scholz Anfangsgründe der Physik, als Vorbereitung zum Studium der Chemia. Wien 1825.

abgestofsene Menge + E erhält. Das Analogon der einander berührenden positiven und negativen Belege dieser Glastafeln soll nun das Metallplattenpaar und das Analogon des Glases der feuchte Zwischenleiter seyn, welcher mit den Metallen selbst nicht elektromotorisch wirkt, und für die schwache el. Spannting der Metalle als ein Nichtleiter sich verhält, durch welchen das + E des Zinks vertheilend wirken kann, und zwar um so leichter und besser (!), je mehr sich die Flüssigkeit den Leitern nähert. Betrachten wir nun zwei Plattenpaare als das Schema der einfachsten Sänle A und B, in welchen das Zink auf dem Kupfer liegt, und nennen wir den el. Spannungszustand des Zinks mit dem Kupfer, dieses als O angenommen + Z, so muss, wenn man B auf A legt, welches letztere selbst mit dem Erdboden in Verbindung steht, durch die vertheilende Wirkung in demselben Grade, wie das darunter liegende Zink, jeder auf der Pappscheibe liegende Leiter + el. werden, folglich auch das 2to Plattenpaar B. Dieses ist also nicht mehr 0 sondern + 2. Nun geschieht die elektromotorische Wirkung in dem Plattenpaare B, vermöge welcher der el. Zustand des Zinks um 2 positiver, als jener des Kupfers seyn muss, das Kupfer giebt + E an das Zink ab, wird aber durch die vertheilende Wirkung des Plattenpaares A, welches seinen scheinbaren Verlust aus dem Boden ensetzt, stets auf + 2 erhalten, daher muss die elektromotorische Wirkung in dem Plattenpaare B so lange fortdauern, bis das + E des Zinks 4 wird. Mitttelst dieses wirkt es vertheilend durch die zweite Pappscheibe auf das dritte Plattenpaar u. s. f.

Berzelius construirt die Vervielsachung der Spannung in der Säule gleichfalls nach der Vertheilungstheorie, indem er, wie Jarger, von der Säule, deren Zwischenkörper ein Nichtleiter ist, ausgeht, dabei aber Jarger's früherer Darstellung folgend als das Element einer solchen und überhaupt jeder Saule den auf beiden Seiten mit den heterogenen Metallen belegten, die Vertheilung vermittelnden Zwischenkörper betrachtet. Werden nämlich zwei solche belegte Scheiben zusammengelegt, und durch Berührung ihrer einander zugekehrten el. Seiten CZ' elek-Fig. trisch, so werden ihre äußeren Belegungen durch Vertheilung 143. zugleich freie E. empfangen. Wird eine dritte solche belegte

¹ Lehrbuch der Chemie von J. Jacob Berzelius, übers. v. Wähler 1825. I. Bds. 1. Abthl. S. 94-97.

Scheibe darauf gelegt, so wird diese nicht nur durch die in der Belegung der zweiten Scheibe freigewordene E., sondern auch durch den neuen Antheil derselben geladen, welcher durch die Berührung des zweiten und dritten Paars der ungleichartigen Metallplatten erregt wird, und daher wird die Ladeng aller drei Paare stärker, als bei den ersten zwei Paaren. Legt man eine vierte Scheibe darauf, so nimmt diese nicht nur die freie E. der obern Belegung der dritten Scheibe auf, sondern erlangt auch noch die zwischen dieser und ihrer eigenen Belegung erregte Berührungs-E., und es entsteht dadurch eine größere Vertheilung von E. in jeder der vier Scheiben, als vorher bei drejen statt fand. Auf diese Weise wird die Intensität der Ladung mit jeder neu hinzugelegten Scheibe vermehrt. Um sich die ungeheure Quantität der E., welche eine mit nassen Zwischenleitern geschichtete Säule bei einer so geringen Intensität giebt, zu erklären, vergleicht er diese 1 mit einer Ladungsflasche, wo die Flüssigkeit eben so geladen sey, wie hier das Glas. Die bei weitem größere Quantität rühre also davon her, dass die Flüssigkeit eine unendlich großere Capacität für vertheilte E. habe, als das Glas besitze, und dass daher zur Ladung der Flüssigkeit bis zu einer geringen Intensität eine unendlich größere Menge von E. erforderlich sey, als das Glas vermöge seiner geringeren Capacität zur Ladung erfordere. Dals aber die Intensität der Ladung nicht sehr groß werden könne, liege darin, daß die Erregungsursachen der E. so geringe Intensität haben, die Ladung der Säule aber niemals intensiver werden könne, als die Ureache derselben sey.

105. Diese Erklärung nach dem Principe der Vertheilung, in den verschiedenen Gestalten, in welchen sie vorgetragen worden ist, scheint mir auf keine Weise haltbar, vielmehr mit den anerkannten Gesetzen in offenbarem Widerspruche zu stehen. Der erste Satz, von welchem Jarqua's Deduction ausgeht, daß nämlich die Zinkplatte Z', wenn x die Stärke des Condensators KaZ' und y die ursprüngliche Spannung der E. ist, welche frei wird, wenn Kupfer mit Zink in Berührung sich befindet, die Spannung xy zeigen werde, wenn man Z' mit dem Ringer ableitend berührt, und dann an einer isolirenden Handhaba abhebt ist nicht genau; die durch irgend eine freie Spannung,

¹ a. a. O. S. 119.

durch irgend eine vertheilende Schichte hindurch, hervorgerufene E. muss immer schwächer seyn, als die Spannung, durch welche sie hervorgerufen wird, weil ja erstere Spannung aus der Entfernung wirkt, und nur in der unmittelbaren Berührung im Stande ist, eine ihr gleiche entgegengesetzte Spannung zu entwickeln. Denn da jene durch Vertheilung freigemachte E. aus dem 0 entwickelt wird, und also vorher durch ein ihr gleiches + zurückgehalten war, so würde ja dieses + bei Gleichheit der Spannung wegen der unmittelbaren Nähe offenbar ein Uebergewicht haben, ein Uebergewicht, welches nur durch das größere Quantum von E., welches seinen Gegensatz hervorruft, ausgeglichen werden kann. Immer wird also das + in Z' stets geringer seyn, als xy, und zwar um eine Größe, die zwar geringer ist als y, aber sich diesem y um so mehr nahert, je gezinger die condensirende Kraft des Condensators, d. h. je dikker die Zwischenschicht ist. Ueberhaupt müßte die elektroskopische Aeusserung der Säule wenn die in der durch einen Zwischenkörper getrennten Metallplatte hervorgerufene freie Spannung eine Wirkung der vertheilenden von der unter dem Zwischenkörper gelegenen heterogenen Metallscheibe wäre, eine Function der Dicke dieser Zwischenschicht seyn, welchem aber geradezu die Erfahrung widerspricht, durch welche wir belehrt werden, dass die elektroskopischen Aeusserungen der Säule unverändert dieselben bleiben, von welcher Ausdehnung auch der feuchte) Zwischenleiter seyn mag, ja selbst, wenn er in seiner Continuität durch ein Metall unterbrochen wird.

Diese Thatsache ist eine für jede Vertheilungstheorie unauflösliche Schwierigkeit, und nie wird durch dieses Gesetz eine
in authmetischer Progression wachsende Vervielfachung begreiflich gemacht werden können. Man erinnere sich nut an eine
Reihe von Leidner Flaschen, die sich wechselseitig durch einander laden, und in welcher die Ladung der Flaschen in einer
geometrischen Progression von der ursprünglich geladenen ausgegangen abnimmt. Auch widerspricht es allen bekannten Erfahrungen, dass so vortrestliche Leiter für die E., wie z. B. Säuren,
sich in diesem Vorgange als Nichtleiter verhalten, und eine vertheilende Wirkung vermitteln sollten, wo die wirkliche Mittheilung durch sie hindurch statt finden kann. Der Begriff von ei-

^{1 8.} Flasche, galadene.

ner unendlich viel größeren Capacität des füssigen Leiters als des Glases für die Ladung, worans BERZELIUS die ungeheure Quantität von E. bei der so schwachen Intensität der Säule erklärt, hat durchaus kein Fundament in den Erfahrungen über die E. Das Glas wirkt an und für sich in dem Ladungsprocesse mit keiner andern Capacität als jeder andere Nichtleiter, sie ist von seiner besondern Natur ganz unabhängig immer nur eine Function der Oberstäche, in der es belegt ist, und der Dicke der Glasscheibe, folglich unendlich variabel. Die Bindung der B. an der Glassläche geschieht immer nur durch die Entgegenwirkung des Gegensatzes auf der äußern Fläche der Ladungsslasche und ist um so größer, je dunner der Zwischenraum ist, um so größer ist also auch die Capacität. Uebrigens übersieht man leicht, dass es, um die grosse Quantität von E., welche die Säule in ihren fortwährenden Strome mittheilt, zu erklären, ganz anf dasselbe hinausläuft, ob man mit Volta gar keine vorhergegangene Bindung und davon abhängige Anhänfung der E. in der Säule annimmt, sondern dieselbe durch die fortdauernde elektromotorische Thätigkeit der Metalle sich immer neu entwikkeln lässt, oder ob man mit BERZELIUS jene annimmt, die dann doch auch nur durch die elektromotorische Thätigkeit der Metalle zu Stande kommen könnte, und die doch auf keinen Fall hinreichen würde, um für einen Strom von Tagen und Wochen auszureichen, wo dann doch immer noch der erstere Quell zu Hülfe genommen werden mülste. Was endlich die Unterscheidung eines einseitigen Durchströmens von einem Eindringen der E. von beiden Seiten in den Zwischenkörper und die Verwerfung der ersteren betrifft, so kann diese Frage nur entschieden werden durch die Entscheidung zwischen der Franklin'schen und dualistischen Theorie. Wird erstere angenommen, so ist das Durchströmen begreiflich immer nur einseitig von denjenigen Platten aus, welche positiv el. sind. Ist letztere Theorie die richtige, so findet immer ein Eindringen von beiden Seiten, ein positives und negatives zugleich statt. Das Argument JAEern's gegen das Eindringen von einer Seite her, was ich oben angeführt habe, scheint mir indels durckaus nicht bündig, weil in der feuchten Säule die E. der untern Platte des Condensators so schnell zugeführt wird, dass die verhältnismässig höchst geringe Menge, welche in gleicher Zeit immer noch durch des Velinpapier einseitig hindurch dringen kann, heinen merklichen

Werlust hervorbringen wird, und folglich neben dem wirklichen Abgeben von + E an die obere Platte des Condensators doch noch so gut, wie die ungeschwächte vertheilende Wirkung des + E durch dasselbe Papier hindurch, statt finden, und diese obere Platte durch Bindung in den negativen Zustand versetzen kann. Daher ist die Ladung der trockenen Säule, die so ansservordentlich langsam geschieht, immer noch durch ein einseitiges Durchdringen gedenkbar 1.

106, Diese beiden Haupttheorien der Vervielfachung stimmen, wie wir gesehen, darin mit einander überein, dass sie die elektromotorische Wirkung der Körper auf einander in der bloßen Berührung, und namentlich in der gewöhnlichen ZK Säule die elektromotorische Wirkung dieser beiden Metalle auf einander, als die eigentliche Quelle der E. betrachten und dem feuchten Leiter gleichsam nur eine untergeordnete Rolle, namentlich keinen Antheil an der ur+ sprünglichen Erregung der E. zusehreiben. Anders verhältes sich mit den Theorien einiger anderer Physiker, die den chemischen Process und insbesondere den Oxydationsprocess als den eigentlichen Grund der el, Erregung aufstellen. PARROT 2 gründet seine Oxydationstheorie auf gewisse Versuche, durch welche er bewiesen haben will, dass bei der Berührung heterogener Metalle mit einander keine E. erregt werde, sondern nur durch die Wirkung des flüssigen Leiters auf die Metalle. Z, eine Pappscheibe mit Säure genälst und K in dieser Ordnung auf einander gelegt, Zmit dem Condensator verbunden, K mit der Erde, gaben ihm als Mittel aus 6 Versuchen - 4. K, Säure, Z gaben unter diesen Umständen als Mittel aus 6 Versuchen + 61. Legte man auf die Schichtung des ersten Versuchs eine Kupserplatte und enf die des zweiten eine Zinkplatte, so entstand dadurch keine Aenderung in den E., welche der Condensator anzeigte. Ihm, surfolge ist also das wahre Element der Säule ZfK, und nach dieser richtigen Art der Construction das Zinkende das negative, das Kupferende das positive. Baue man daher die Saule nach VOLTA'S Schema ZKf, so verliere man in der Säule die Wirkung einer Schichtung. Dieses soll direct durch Versuche exwiesen seyn, indem MARECHAUX bei seinen Untersuchungen über die Gesetze der Spannung der Säule, die auf die Volta'sche

¹ Vgl. übrigens meinen Aufsatz in G. LXVIII. 273.

² Grundrife der theor. Physik Ilter Theil S. 564. ff.

Scheibe darauf gelegt, so wird diese nicht nur durch die in der Belegung der zweiten Scheibe freigewordene E., sondern auch durch den neuen Antheil derselben geladen, welcher durch die Berührung des zweiten und dritten Paars der ungleichartigen Metallplatten erregt wird, und daher wird die Ladung aller drei Legt man eine Paare stärker, als bei den ersten zwei Paaren. vierte Scheibe darauf, so nimmt diese nicht nur die freie E. der obern Belegung der dritten Scheibe auf, sondern erlangt auch noch die zwischen dieser und ihrer eigenen Belegung erregte Berührungs-E., und es entsteht dadurch eine größere Vertheilung von E. in jeder der vier Scheiben, als vorher bei dreien statt fand. Auf diese Weise wird die Intensität der Ladung mit jeder neu hinzugelegten Scheibe vermehrt. Um sich die ungeheure Quantität der E., welche eine mit nassen Zwischenleitern geschichtete Säule bei einer so geringen Intensität giebt, zu erklären, vergleicht er diese 1 mit einer Ladungsflasche, wo die Flüssigkeit eben so geladen sey, wie hier das Glas. Die bei weitem größere Quantität rühre also davon her, dass die Flüssigkeit eine unendlich größere Capacität für vertheilte E. habe, als das Glas besitze, und dass daher zur Ladung der Flüssigkeit bis zu einer geringen Intensität eine unendlich größere Menge von E. erforderlich sey, als das Glas vermöge seiner geringeren Capacität zur Ladung erfordere. Dass aber die Intensität der Ladung nicht sehr groß werden könne, liege darin, daß die Erregungsursachen der E. so geringe Intensität haben, die Ladung der Säule aber niemals intensiver werden könne, als die Ureache derselben sey.

105. Diese Erklärung nach dem Principe der Vertheilung, in den verschiedenen Gestalten, in welchen sie vorgetragen worden ist, scheint mir auf keine Weise haltbar, vielmehr mit den auerkannten Gesetzen in offenbarem Widerspruche zu stehen. Der erste Satz, von welchem Jakarn's Deduction ausgeht, daß nämlich die Zinkplatte Z', wenn x die Stärke des Condensators KaZ' und y die ursprüngliche Spannung der E. ist, welche frei wird, wenn Kupfer mit Zink in Berührung sich befindet, die Spannung xy zeigen werde, wenn man Z' mit dem Ringer ableitend berührt, und dann an einer isolirenden Handhabe abhebt ist nicht genau; die durch irgend eine freie Spannung,

¹ a. a. O. S. 119.

durch irgend eine vertheilende Schichte hindurch, hervorgerufene E. muls immer schwächer seyn, als die Spannung, durch welche sie hervorgerufen wird, weil ja erstere Spannung aus der Entfernung wirkt, und nur in der unmittelbaren Berührung im Stande ist, eine ihr gleiche entgegengesetzte Spannung zu entwickeln. Denn da jene durch Vertheilung freigemachte E. aus dem 0 entwickelt wird, und also vorher durch ein ihr gleiches + zurückgehalten war, so würde ja dieses + bei Gleichheit der Spannung wegen der unmittelbaren Nähe offenbar ein Uebergewicht haben, ein Uebergewicht, welches nur durch das größere Quantum von E., welches seinen Gegensatz hervorruft, ausgeglichen werden kann. Immer wird also das + in Z' stets geringer seyn, als xy, und zwar um eine Größe, die zwar geringer ist als y, aber sich diesem y um so mehr nähert, je geringer die condensirende Kraft des Condensators, d. h. je dikker die Zwischenschicht ist. Ueberhaupt mülste die elektroskopische Aeußerung der Säule wenn die in der durch einen Zwischenkörper getrennten Metallplatte hervorgerufene freie Spannung eine Wirkung der vertheilenden von der unter dem Zwischenkörper gelegenen heterogenen Metallscheibe wäre, eine Function der Dicke dieser Zwischenschicht seyn, welchem aber geradezu die Erfahrung widerspricht, durch welche wir belehrt werden, dass die elektroskopischen Aeusserungen der Säule unverändert dieselben bleiben, von welcher Ausdehnung anch der feuchte Zwischenleiter seyn mag, ja selbst, wenn er in seiner Continuität durch ein Metall unterbrochen wird.

Diese Thatsache ist eine für jede Vertheilungstheorie unanflösliche Schwierigkeit, und nie wird durch dieses Gesetz eine
in arthmetischer Progression wachsende Vervielfachung begreiflich gemacht werden können. Man erinnere sich nut an eine
Reihe von Leidner Flaschen, die sich wechselseitig durch einander laden, und in welcher die Ladung der Flaschen in einer
geometrischen Progression von der ursprünglich geladenen ausgegangen abnimmt. Auch widerspricht es allen bekannten Erfahrungen, dass so vortreffliche Leiter für die E., wie z. B. Säuren,
sich in diesem Vorgange als Nichtleiter verhalten, und eine vertheilende Wirkung vermitteln sollten, wo die wirkliche Mittheilung dusch sie hindurch statt finden kann. Der Begriff von ei-

^{1 8.} Flasche, galadene.

ner unendlich viel größeren Capacität des füssigen Leiters als des Glases für die Ladung, worans BERZELIUS die ungeheure Quantität von E. bei der so schwachen Intensität der Säule erklärt, hat durchaus kein Fundament in den Erfahrungen über die E. Das Glas wirkt an und für sich in dem Ladungsprocesse mit keiner andern Capacität als jeder andere Nichtleiter, sie ist . von seiner besondern Natur ganz unabhängig immer nur eine Function der Oberstäche, in der es belegt ist, und der Dicke der Glasscheibe, folglich unendlich variabel. Die Bindung der B. an der Glassläche geschieht immer nur durch die Entgegenwirkung des Gegensatzes auf der äußern Fläche der Ladungsflasche und ist um so größer, je dünner der Zwischenraum ist, um so größer ist also auch die Capacität. Uebrigens übersieht man leicht, dass es, um die grosse Quantität von E., welche die Säule in ihren fortwährenden Strome mittheilt, zu erklären, ganz auf dasselbe hinausläuft, ob man mit Volta gar keine vorhergegangene Bindung und davon abhängige Anhäufung der E. in der Sänle annimmt, sondern dieselbe durch die fortdauernde elektromotorische Thätigkeit der Metalle sich immer neu entwikkeln lässt, oder ob man mit BERZELIUS jene annimmt, die dans doch auch nur durch die elektromotorische Thätigkeit der Metalle zu Stande kommen könnte, und die doch auf keinen Fall hinreichen würde, um für einen Strom von Tagen und Woches auszureichen, wo dann doch immer noch der erstere Quell zu Hülfe genommen werden mülste, Was endlich die Unterscheidung eines einseitigen Durchstromens von einem Eindringen der E. von beiden Seiten in den Zwischenkörper und die Verwerfung der ersteren betrifft, so kann diese Frage nur entschieden werden durch die Entscheidung zwischen der Franklin'schen und dualistischen Theorie. Wird erstere angenommen, so ist des Darchströmen begreiflich immer nur einseitig von denjenigen Platten aus, welche positiv el. sind. Ist letztere Theorie die zichtige, so findet immer ein Eindringen von beiden Seiten, ein positives und negatives zugleich statt. Das Argument Jasern's gegen das Eindringen von einer Seite her, was ich oben angeführt habe, scheint mir indess durchaus nicht bündig, weil in der feuchten Säule die E. der untern Platte des Condensators so schnell zugeführt wird, dass die verhältnissmässig höchst geringe Menge, welche in gleicher Zeit immer noch durch des Velinpapier einseitig hindurch dringen kann, keinen merklichen

Werlust herverbringen wird, und folglich neben dem wirklichen Abgeben von + E an die obere Platte des Condensators doch moch so gut, wie die ungeschwächte vertheilende Wirkung des - E durch desselbe Papier hindurch, statt finden, und diesse obere Platte durch Bindung in den negativen Zustand versetzen kann. Daher ist die Ladung der trockenen Säule, die so ansservordentlich langsam geschieht, immer noch durch ein einseitiges Durchdringen gedenkbar 1.

106. Diese beiden Haupttheorien der Vervielfachung stimmen. wie wir gesehen, darin mit einander überein, dass sie die elektromotorische Wirkung der Körper auf einander in der bloßen Berührung, und namentlich in der gewöhnlichen ZK Säule die elektromotorische Wirkung dieser beiden Metalle auf einander, als die eigentliche Quelle der E. betrachten und dem feuchten Leiter gleichsam nur eine untergeordnete Rolle, namentlich keinen Antheil an der ursprünglichen Erregung der E. zuschreiben. Anders verhältes sich mit den Theorien einiger anderer Physiker, die den chemischen Process und insbesondere den Oxydationsprocess als den eigentlichen Grund der el, Erregung aufstellen. PAROT 2 gründet seine Oxydationstheorie auf gewisse Versuche, durch welche er bewies sen haben will, dass bei der Berührung heterogener Metalle mit einander keine E. erregt werde, sondern nur durch die Wirkung des flüssigen Leiters auf die Metalle. Z, eine Pappscheibe mit Säure genälst und K in dieser Ordnung auf einander gelegt, Zmit dem Condensator verbunden, K mit der Erde, gaben ihm als Mittel aus 6 Versuchen - 4. K, Säure, Z gaben unter diesen Umständen als Mittel aus 6 Versuchen + 61. Legte man auf die Schichtung des ersten Versuchs eine Kupferplatte und enf die des zweiten eine Zinkplatte, so entstand dadurch keine Aenderung in den E., welche der Condensator anzeigte. Ihm, folge ist also das wahre Element der Säule ZfK, und nach dieser richtigen Art der Construction das Zinkende des negative, das Kupferende das positive. Baue man daher die Säule nach VOLTA'S Schema ZKf, so verliere man in der Säule die Wirkung einer Schichtung. Dieses soll direct durch Versuche eswiesen seyn, indem MARECHAUX bei seinen Untersuchungen über die Gesetze der Spannung der Säule, die auf die Volta'sche

¹ Vgl. fibrigens meinen Aufsatz in G. LXVIII. 273,

² Grundrife der theor. Physik Ilter Theil 3. 564. ff.

Weise gebaut war, keinen Unterschied zwischen einem und zwei Plattenpaaren habe beobachten können, während man bei der Errichtung der Säule unter Annahme des obigen Elements, also ZfKZfK in diesem Falle in der That eine Spannung erhalte, die sich zu der Spannung ZfK merklich wie 2: 1 verhalte. Die Construction der Säule ist also nach PARROT so aufzufassen. jedem Augenblicke der Oxydation entsteht eine Schicht Oxyd, und zwar muss diese Oxydschicht im Augenblicke der Entstehung vollkommen trocken seyn, da in derselben ein Wärmegrad angenommen werden muß, der dem Glühen gleich kommt, im nächsten Augenblicke aber wird sie von der Flüssigkeit durchdrungen. Diese Oxydschicht ist für den Augenblick ihrer Entstehung und also der Entstehung der beiden Elektricitäten ein Isolator, folglich müssen beide durch die Oxydschicht im Augenblicke ihrer Entstehung getrenntseyn, im folgenden aber nicht mehr. Wird dann die eine Elektricität durch eine Leitung mit der Erde gebunden, so muls die andere im Angenblicke ihrer Entstehung sich thätig zeigen, und die Condensatoren zeigen nun nur diese entstehende E. an. Ist aber die Schichtung völlig isolirt, so binden sich die Elektricitäten im Augenblicke nach ihrer Entstehung und der Condensator muss OE. anzeigen. Da Parrot durch directe Versuche gefunden haben wollte, dass sowohl K als Z in Berührung mit den Flüssigkeiten negativ diese positiv werden, so giebt er uns folgende Erklärung, wie doch in dem Elemente ZfK zwei entgegengesetzte Elektricitäten auftreten können.

Fig. Es sey eine solche Schichtung gegeben, worin zwei Oxy
142 detienen vorfallen. Durch die des Zinks erhält dieses Metall

E, die Flüssigkeit + E, durch die des Kupfers erhält dieses - E, die Flüssigkeit + E und so bekommt also die Flüssigkeit + 2 E. Ist das Ganze isolirt, so binden sich beide Paare

+ E und - E, und der gemeinschaftliche Zustand ist der Erfahrung gemäß 0 E. Wird aber das - E des Zinks durch eine
Leitung mit der Erde gebunden, im Augenblicke seiner Entstehung, so bleibt in der Schichtung + 2 E und - 1 E, das

- E bindet ein + E, und es bleibt also ein + E übrig, welches

uuf Z oder K herübergehen kann. Da aber nach andern Versuchen Parnor's 1 das Kupfer eine 4 bis 5 mal so große Capaci-

¹ Vgl. dieses Wörterbuch III. B. 1. Abthl. 8. 273.

tät für die E. hat, als das Zink, so zieht es die E. so vielmal stärker an, und so muss der größte Theil des überschüssigen + E zum Kupfer übergehen, der kleinere Theil aber geht durch das Zink und dessen Leitung nach der Erde verloren. Bei umgekehrter Anordnung soll der größte Theil des überschüssigen + E mit dem - E des Kupfers in den Erdboden gehen und nur der kleinere Theil des + E in das Zink übergehen, dort einen eben so kleinen Antheil von dessen - E binden, und der überschüssige größerel Theil dieses - E soll sich am Condensator zeigen. Die Säule bildet sich, indem ein zweites gleiches Ele-Fig.
ment auf das erste gelegt wird. Hier soll nun die durch Oxydation des Z1 in der Flüssigkeit entstandene einfache E. in K1, und die in der Flüssigkeit durch die Oxydation in Z2 entstandene + E in K2 übergehen. Aber es stehen - E in Z2 und + E in K1 einander gegenüber und wirken vertheilend auf einander. Die - E auf Z2 zieht die + E des K1 der Flüssigkeit 1 und des Z1 an, und entwickelt am entgegengesetzten Ende dieser. Reihe sich vollkommen berührender Leiter eben so viel - E (!), folglich hat Z¹ nun - 2 E. So zieht + E auf K¹ die - E des Z², der Flüssigkeit 2, und des K2 an, und entbindet am andern Ende dieser Reihe von einander vollkommen berührenden Leitern eben so viel + E, folglich hat K2 nun + 2E. So geht es von Schicht zu Schicht zu, und es ist klar, dass so wie zwischen K1 und Z2 (der Mitte dieser einfachsten Säule von zwei Schichten) OE. statt findet, dieses gleichfalls in der Mitte einer gro-Isen Säule von vielen Schichtungen statt finden müsse. das Spiel aller dieser Elektricitäten geht verloren, wenn nicht Z1 oder K2 mit der Erde in Verbindung stehen, weil + E und - E sich dann einzeln in jeder Schichtung wechselseitig zu binden Zeit haben.

Diese Theorie streitet sowohl mit den anerkanntesten Erfahrungen im Gebiete des Galvanismus als auch mit den ausgemachtesten Gesetzen der E. PARROT leugnet nämlich, um seine
Multiplication herausbringen zu können, die wechselseitige Erregung der E. durch die blose Berührung der Metalle unter
einander, ohne alle Mitwirkung eines chemischen Processes, die
doch eine so festbegründete Thatsache ist, als eine in der Physik ¹, er nimmt seine Zuslucht zu einer verschiedenen Capacität

¹ Vgl. Nr. 6 - 10.

für E., welcher die bekanntesten Erfahrungen widersprechen 1, und die selbst zugegeben nicht im Stande seyn würde, die Anhäufung von +E im Kupfer begreiflich zu machen, da die Capacität des mit dem Erdboden in Verbindung stehenden Zinks doch immer eine unendliche Größe gegen die einer einzelnen Kupferplatte seyn muls, wie grols auch die relative Capacität derselben seyn mag. Es steht ferner mit den anerkannten Gesetzen der Vertheilung im Widerspruche, dass die - E in Z? die + B im Kupfer, in der Flüssigkeit und im Z1 anziehe, und am Ende dieser Reihe eben so viel - E entwickle, indem das Product der vertheilenden Wirkung stets eine Function des Abstandes ist, auf welche die vertheilende Kraft wirkt, wesswegen dann das -E an dem entgegengesetzten Ende in dem Verhältnisse kleiner ausfahlen mülste, in welchem die Metallplatten und feuchten Zwischenleiter dicker wären, welchem doch jeder elektroskopische Versuch widerspricht. Dabei ist es eine durchaus nicht zu rechtfertigende Annahme, dass die Mittheilung der E. von einem Metalle zum andern wegen der wenigen Berührungspuncte so viele Schwierigkeiten habe, dass für einige Zeit die Wirkung derselben auf einander als durch Vertheilung geschehend angenommen werden könne. Denn wenn Parror als einen Beweis dafür anführt, dals selbst wohl polirte ebene, einander berührende Metallplatten sich die E. nur mit Schwierigkeit mittheilen, ohngeachtet diese verhältnismässig sich noch in den meisten Puncten berühren, so ist der Grund hiervon in einer ganz andern Relation 2 zu suchen, da von rauhen Metallplatten es ausgemacht ist, dass die Mittheilung der E. von der einen zur andern mit Leichtigkeit geschieht; auch milste nach PARROT demnach die Beschaffenheit der Berührungsfläche der Metalle mit einander auf die elektroskopischen Aeusserungen der Säule ihren Einflus äußern, welchem die Erfahrung durchaus widerspricht. Wenn endlich nach PARROT das Spiel der E. In der Säule verloren gehen soll, wenn nicht der eine oder der andere Pol mit dem Erdboden in Verbindung stehe, so lässt sich damit die ausgemachte Erfahrung, dass eine auch auf das vollkommenste isolirte Säule Tage und Wochen lang ihre elektro-

¹ Vgl. dieses Wörterbuch III. Bd. 1. Abth. S. 273.

² Vgl. Spitzenwirkung.

skopischen Aeußerungen ungeschwächt zeigt, nicht wohl in Uebereinstimmung bringen.

107. Becquerel 1 hat gleichsam einen Zwischenweg zwischen dieser Theorie PARROT's und der in Nr. 103. und 104. abgehandelten Vertheilungstheorie eingeschlagen, indem er die Vervielfachung als das Product der combinirten Wirkung der Metalle auf einander und derjenigen des feuchten Zwischenlei-Wenn zwischen einer Zinkters auf die Metalle betrachtet. und Kupferplatte ein flüssiger Leiter, sey es nun ein acider oder - alkalischer, gebracht wird, so nimmt nach Becquenel's Versuchen das Kupfer +, das Zink -E an, und beide Metalle verhalten sich also auf eine entgegengesetzte Weise, als wenn sie sich einander unmittelber berühren. Es werden nun durch + & und - & die el. Zustände dieser beiden Metalle dargestellt, wenn sie durch eine saure Auflüsung von einander getrennt sind, und durch - Jund + J die Quantitäten von E., welche sie durch ihre wechselseitige Berührung erhalten. Nun lege man auf die Zinkscheibe des Elements KfZ eine Kupferscheibe, diese wird außer dem - & E, welche sie dem Zinke entzieht, mit ihr die $E = -\delta$ theilen, welche das Zink vorher besafs, außerdem wird die Flüssigkeit als Leiter auf die erste Kupferscheibe + 4 des Zinks übertragen, so dass demnach die el. Zustände folgende seyn werden:

Unteres Kupfer. Flüseigkeit. Zink. Oberes Kupfer.

$$+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}$$
 - $+\frac{1}{2}-\frac{1}{2}+\frac{2}{3}-\frac{1}{2}$

Fügt man eine neue nasse und eine Zinkscheibe hinzu, so wird man haben:

Unteres Kupfer. Flüssigkeit. Zink. Kupfer. Flüssigkeit. Zink.

¹ Annales de Chemie et de physique T. XXV. p. 186.

In der Uebersetzung dieser Abhandlung in Schweigen's Journale 1 hat der Herausgeber die erste Reihe Becquenel's nach seinen Prämissen so berichtigt:

$$-\frac{1}{2}+\delta$$
 . . $+\frac{1}{4}-\frac{\delta}{2}-\frac{1}{4}-\frac{\delta}{2}$

und glaubt, dass die von mir nach dem Qriginale angenommene Reihe auf einem Drucksehler beruhe. Indes ist gerade jene Zahlenreihe eine nothwendige Folge der Prämissen, denn da die Metalle Elektricitäten aus dem 0 hervorgehen, und wieder Ogeben müssen und das Zink seine + E mit dem untern Kupser theilt, auch die Zahlen + 1 und - 1 überhaupt nur gebraucht sind, um den Spannungsunterschied zwischen Z und K, welcher mit ihrer Berührung gegeben ist, zu bezeichnen, so ist allen diesen Forderungen nicht eher Genüge geleistet, oder es ist nicht eher Ruhestand eingetreten, als bis die E. auf die angegebene Weise vertheilt ist. Uebrigens hat Becquerer in einer spätern Abhandlung behauptet, dass das Kupser mit Kochsalz und Salpeterauslösung negativ werde, so dass wenigstens in Säulen, in welche diese als Zwischenleiter eingehen, die Verstärkung nach dem angegebenen Schema nicht statt finden würde.

108. PORL, welcher, wie wir gesehen (Nr. 64.) die galvanisch - elektrische Erregung von der Wirkung der Metalle auf die flüssigen Leiter ableitet, und die Wirkung der Metalle auf einander gleichsam nur als einen Reiz betrachtet, welcher diese Wirkung verstärkt, stellt gleichfalls wie PARROT, und wie es in den ersten Zeiten von einigen deutschen Physikern geschehen war, als das Schema des Elements, dessen Vervielfachung die Säule bildet, die Formel ZfK auf, in welchem der - Pol mit dem Zinke der + Pol mit dem Kupfer zusammenfällt; oder wie Z und K allgemein, jenes das im Contacte mit dem andern positiv, dieses das negativ werdende repräsentirt, so soll jedesmal der - Pol auf die Seite des positiven, der + Pol auf die Seite des negativen fallen, wenn sie auf die angegebene Weise mit einem feuchten Erreger zusammen gebracht werden, und zwar sowohl im ungeschlossenen als geschlossenen Zustande besagter Aneinanderreihung 3. Werden zwei solche Elemente an

¹ N. R. XIV. 168. - 170.

² Ann. de Chemie 1827. Juin. p. 121.

³ Der Process u. s. w. 8. 90.

einander gereiht, und wird das Maximum der positiven Erregung, wie es blos aus dem Conflicte der Flüssigkeiten mit den Metallen hervorgeht', vor der Combination in jedem einzelnen Blemente durch + &, und eben so das Maximum der negativen durch - & bezeichnet, so ist bei zwei combinirten Elementen, ohne fürs erste noch Rücksicht auf die Contactelektricität der Metalle zu nehmen, durch die wechselseitige Berührung in der Mitte eben so, als wenn jedes Element dort bloss ableitend berührt wäre, die Intensität der Erregung an den beiden Extremen verdoppelt, und der Zustand der zusammengesetzten Säule in Absicht auf die Vertheilung der el. Erregung durch folgendes Schema dargestellt:

Da nun nach Pont vermöge der Spannung durch die zugleich eintretende Contactelektricifät zwischen dem mittlern Z und K. jedes & nicht nur nicht aufgehoben, sondern vielmehr noch sehr beträchtlich um ein mit ihm gleichartiges d' vergrößert wird, und also, wenn man $\delta + \delta' = E$. setzt, in dieses E. übergeht, so verwandelt sich jenes Schema in ein solches, wo statt &, E. substituirt werden muss. Völlig nach demselben Vertheilungsgesetze ist dann der Zustand einer aus drei Elementen zusammengesetzten Kette durch folgendes Schema dargestellt:

Auf dieselbe Weise construirt Pohl jede auch noch so zusammengesetzte Säule, und gelangt zu den Spannungen, wie sie auch durch unmittelbare Versuche bewiesen ist; nur, bemerkte er, müsse man sich nicht vorstellen, dass darum in der einen Hälfte bloss positive, in der andern bloss negative Thätigkeit sey, sondern in beiden Hälften seyen beide zugleich, nur dass von dem negativen nach dem positiven Pole, die positive allmälig wachse und die negative eben so allmälig abnehme und so umgekehrt. Da die Pole der Säule ganz übereinstimmen mit den Polen des Elements derselben, so ist auch in ihr der Kupferpol der positiven und der Zinkpole der negativen, sofern die Pole nach der Rrr

Lage der Metalle nicht in Beziehung auf einander, sondern allein naturgemäls in Beziehung auf die Feuchtigkeit, von welcher allein die eigentliche el. Erregung ausgeht, oder auf welche sich diese Erregung bezieht, bestimmt werden; in der Säule nimmt daher nach dem negativ elektrischen Pole, dem wahren Zinkpole, die Oxydation zu, da eben die Tendenz des negativen ist, sich zu oxydiren, das Oxygen oder Acide anzuziehen, und eben so die Hydrogenisation oder die Desoxydation nach dem positiven Pole oder dem wahren Kupferpole. Die Schwierigkeit, dass bei der Schliessung der Säule an dem positiven oder Pour's Kupferpole vielmehr das Oxygen, an dem negativen oder seinem Zinkpole das Hydrogen auftritt, also hier dieselben Elektricitäten die entgegengesetzten Tendenzen, wie in der einfachen Kette, oder der zum Kreise geschlossenen, aus zwei homologen Gliedern bestehenden, Säule zeigen, in deren einfachen Elementen ZfK gerade alles so vorgeht, wie in der einfachen Kette, glaubt Pont durch die Annahme zu lösen, dass so, wie ein Metall, wodurch der feuchte Leiter eines einzelnen Elements unterbrochen wird, in zwei entgegengesetzte polaren Zonen zerfällt, eben so auch die einzelne Kupferplatte, die in der ungeschlossenen Kette diese am positiven Pole endigt, und durch und durch positiv ist, beim Auflegen einer feuchten Pappscheibe auf dieselbe sogleich aufähnliche Weise in zwei Zonen zerfalle, wovon die eine nach einwärts gekehrt sey, die andere sich nach außen richte, und eben darum nun eine oxydirende Tendenz gegen die Flüssigkeit wende, was dann auf die entgegengesetzte Weise für das Zink gelte. Wenn wir auch diese Prämissen zugeben wollten, so können wir doch in der Anwendung derselben keine befriedigende Erklärung der Säule finden, und sein Ariadnischer Faden, welcher 1 nicht nur ohne Gefahr, sondern selbst zum Siege gegen die monströsen Missgestaltungen des Trugs durch das verworrene Labyrinth der Erscheinungen führen soll, scheint ihn vielmehr nur auf Irrwege und in viel schlimmere Labyrinthe verleitet zu haben. Wir sehen 1. auf keine Weise ein, wie nach seinem Schema eine Vervielfachung der Wirkung durch die Aneinanderreihung mehrerer Ketten zu Stande kommes kann; denn wenn, um die kleinste Volta'sche Säule zu Stande zu bringen, zwei seiner Elemente wie KfZ; K'fZ' an einen-

¹ a. a. O. S. 138.

der gereiht werden, so ist nicht abzusehen, wie die Wirkung des Z auf das K' und umgekehrt, die Spannung an den Enden K und Z' verstärken (verdoppeln) soll, da Pont an einem andern Orte 1 behauptet und auch zu erklären sucht, das die positive Spannung einer mit einer feuchten Pappscheibe (f) in Berührung befindlichen Kupferplatte erhöht werde, wenn die andere Seite nun auch mit einer Zinkplatte bewaffnet werde, vermöge der Hervorrufung einer positiven Spannung in der Flüssigkeit an der dem Zinke zugekehrten Seite, und einer entsprechenden an der Kehrseite. Da nun nach Ронц das - des Z durch das + des daran grenzenden Kupfers auf 0 gebracht wird, so muste die Spannung des Kupfers, die ja durch ihren Gegensatz erhöht war, vielmehr sinken, wenn dieser Gegensatz selbst auf 0 sinkt. Dasselbe Räsonnement gilt in Beziehung auf die Erklärung der Erhöhung der relativen Spannung in Z'. Am wenigsten sieht man ein, wie es gerade zu einer Verdoppelung kommon soll, für welche die Volta'sche Theorie, welcher Pont dieselbe abgeborgt hat, einen vollkommen bundigen Grund anzugeben im Stande ist, aber in den Prämissen Pont's durchaus keiner liegt, da er doch auf keine Weise annehmen kann, das in dem Elemente ZfK das - d und + d auf beiden Seiten stets einander gleich sind, weil daraus folgte, daß alle Metalle, die mit irgend einer Flüssigkeit positiv, und alle, die mit derselben negativ werden, es in gleichem Grade werden. 2. Da Pour durchaus keinen andern Unterschied zwischen el. Spannang, und dem, was die gemeine Reflexion (nach seinem Sprachgebrauche) el. Strom nennt, der nach ihm überall nur ein monstroses Trugbild jener Reflexion ist, gelten lässt, als einen blofs gradativen, oder zwischen Tendenz und wirklicher That, die blosse Spannung aber zur That, oder zum Chemismus ausbricht, sobald sie auf einen gewissen Grad gesteigert wird, wie z. B. bei der Schliessung der Kette durch den Reiz der Metallelektricitet, so sieht man nicht ein, warum die Säule, in welcher mit der Zahl der Platten die Spannung wächst, nicht bald den gleichen Punot der Steigerung, wie die einfache Kette durch die Schließung, erreicht und auch schon im ungeschlossenen Zustande die Erscheinungen dieser letztern zeigt; warum namentlich nicht durch die bloße Einführung eines Drahtes von

^{1 8. 65 - 66.} ff.

dem einen, namentlich dem - el., Pole aus in eine isolirte Glaröhre, deren Wassersäule am andern Ende durch ein positives Metall begrenzt ist, während zugleich der andere Pol ableitend berührt wird, eine auffallende Wasserzersetzung erfolgt.

Die Erklärung Pont's von der Verwandlung des vorher in der ungeschlossenen Säule positiven Kupferpols und seines Polardrahtes in einen nach außen negativen, und des vorher negativen Zinkpols in einen nach außen positiven, wenn zwischen beide Pole eine Flüssigkeit, z. B. die Wassersäule der Gasrohre, tritt, nach dem Gesetze, nach welchem ein die Flüssigkeit unterbrechendes Metall selbst Polarität annimmt, oder in zwei Zonen zerfallt, scheint mir gänzlich verfehlt, denn im letztern Falle unterliegt das interpolirte Metall den Ansprüchen und Anregungen der beiden entgegengesetzten Pole, während in dem vorliegenden Falle die Endkupferplatte und der mit' ihr verbundene Polardraht, welche ihre außere Seite dem negativen Pole der entgegengesetzten Zinkplatte zukehren, nach jenem Gesetze der Erregung des Gegensatzes, nur um so stärker positiv werden müsste, und so umgekehrt der Zinkpol nur um so stärker negatív.

Dieses führt uns noch zur Beleuchtung eines Versuchs, durch welchen Pont seine Theorie der Polarisirung der Metallplatten durch die Flüssigkeit, die an sie angrenzt, auf eine glänzende Weise bestätigt zu haben glaubt, eines Versuchs, dessen Resultat, wenn es sich so verhielte, wie Pour es angiebt, allerdings mit Volta's Theorie kaum zu vereinigen wäre. Man Fig. bilde eine einfache galv. Kette, indem man zwischen ein Ku-146. pfer - und Zinkblech K und Z von ungefähr 6 Zoll im Quadrat mehrere gleich große und gleich stark mit der Flüssigkeit (verdunnter Schwefelsäure) durchzogene Pappscheiben, etwa 7 Stück über einander legt. Zwischen die Pappscheiben werden ferner eine entsprechende Zahl von Kupferblechen bei 7 Scheiben höchstens 6 Bleche a, b, c, d, e, f, von solcher Größe eingeschaltet, dass sie mit trockenen Rändern überall über die Pappscheiben etwas hervorstehen, und so geordnet, dass jedes Kupferblech von jedem benachbarten Bleche durch eine feuchte Pappscheibe getrennt ist. Man verbinde die Kupferbleche paarweise, wie es in der Zeichnung versichtbart ist, durch metalli-

¹ S. a. a. O. S. 401.

sche Schließungsdrähte, das äußere Paar a und b durch den Draht 1, das zweite Paar c und d durch den Draht 2, das dritte Paar e und f durch den Draht 3, und schließe das eigentliche Erregerpaar K und Z durch den um die Magnetnadel geschlungenen Multiplicator. Die Nadel wird dann eine zwar durch die Zwischenplatten geschwächte, aber dennoch völlig entschiedene, normale Ablenkung erleiden. Steht die Nadel im Süden der Kette, und ist das mit dem Kupfer K verbundene Extrem des Multiplicators über die Nadel von Norden nach Süden geführt, so dass der Draht unter ihr wieder von Süden nach Norden zum Zink Z der Kette zurückgeht, so ist die Abweichung der Regel gemäss östlich. Verbindet man aber K und Z durch einen einfachen Draht, und dagegen die Armaturen a und b, nachdem der Verbindungsdraht 1 fortgenommen worden, durch den Multiplicator, so dass das Ende desselben, welches früher mit K verbunden war, jetzt an a, und eben so das Ende, welches mit Z verbunden war, jetzt an b anliegt, so wird die Nadel westlich abgelenkt. Verbindet man aufs Neue a und b durch den Draht 1, und legt statt des Drahtes 2 den Multiplicator in der nämlichen Ordnung der Extreme an c und d. so also, das das eine vorher mit a verbundene Extrem jetzt an c, das andere von b jetzt an danliegt, so ist die Abweichung wieder östlich, und nachdem die Verbindung 2 wieder hergestellt worden, so ist, wenn e und f in der nämlichen Ordnung durch den Multiplicator verbunden werden, die Abweichung der Nadel abermals der vorhergehenden entgegengesetzt, nämlich westlich u. s. f. Gegen die Mitte hin werden diese Abweichungen stufenweise schwächer, dennoch völlig entschieden und höchst constant. Die Zeichen, womit die Figur versehen ist, deuten zugleich die Erklärung dieses Erfolgs nach Pont's Theorie der Polarisation der Metalle durch Vermittelung der Flüssigkeit an. a und b, da sie metallisch verbunden gleichsam nur eine Scheibe / bilden, theilen zwischen sich die Polarität, und jede Scheibe stellt nur einen Pol vor. Die Polarisirung, die von den Endscheihen K und Z ausgeht, schreitet auf diese Weise von den Enden nach der Mitte so fort, dass die abwechselnden Metallplatten eine ungetheilte Polarität haben. Da nun in a und b die Pole in Beziehung auf den Multiplicator die entgegengesetzte Lage wie in K und Z haben, so müssen sie auch die entgegengesetzte Ablenkung (die westliche), c und d bei der gleichen

Lage der Pole die gleiche (die östliche) endlich e und f abermals die entgegengesetzte hervorbringen. Diese Construction der Erscheinung wäre sehr plausibel, wenn sich die Sache wirklich so verhielte. Die Wahrheit ist aber, dass die Nadel in allen 31agen 1. 2. 3. unter den oben angegebenen Bedingungen. wenn nämlich die Enden der Drähte auf die gleiche Weise mit dem Multiplicator verbunden sind, die gleichnamige Ablenkung und in allen 3 Fällen die entgegengesetzte von derjenigen zeigt, als wenn sie mit dem Drahte von Kund Z verbunden ist. Der Erfolg nach allen seinen Modificationen stimmt genau mit dem überein, was sich nach Volta's Theorie anticipiren ließs. Von K nach Z geht der Strom durch den Multiplicator offenbar in einer entgegengesetzten Richtung über die Nadel weg, da er hier (ich fasse den positiven zunächst ins Auge) abwärts geht, als auf seiner Rückkehr von Z nach K durch die Kette, wo er aufwärts geht, also müssen die Abweichungen entgegengesetzt seyn. Dabei muss die Abweichung dem Grade nach immer schwäcker werden, wie die Drähte näher nach der Mitte zu liegen, weil ein verhältnismässig immer kleinerer Theil des Stromes wegen des zunehmenden Widerstandes von den Enden nach der Mitte zu durch die Kette durchgeht. Wie zun aber Pont ein so ganz antgegengesetztes Resultat von dem meinigen erhalten haben konnte, darüber kann ich mich hier in keine Vermuthungen einlassen. Für mich ist jeder Einwurf, der von diesem Versuche gegen Volta's Theorie hergenommen werden könnte, durchaus nichtig, da ich für die Genauigkeit meines durch öftere Wiederholung constatirten Resultats einstehen kann.

109. Senweigern 1 suchte das Princip der Säulenwirbung in der Ameinanderreihung polarisch gespannter Schichten eines zersetzbaren Fluidums, demen entgegengesetzte Bestandtheile aus einander treten. Ihm ist die Säule ein el. Magnet, entstanden durch die Aneinanderreihung verschiedener kleinerer, die sich durch die ungleichnamigen Pole zusammenschließen. Diese bleineren Magnete sind die mit den ungleichnamigen Polensich verbindenden el. polarischen Wasserschichten. Es sey klar, meint Schweigere, dass indem bei + Wasser - + Wasser - , die mittleren - und + sich zusammen schließen, sich halten, die entgegengesetzten + - verstärkt werden müssen.

¹ Gohl. N. J. VII. 557

Strukt witte der fenchte Leiter nichts weniger als Leiter, sondern seine Hauptrolle bestände darin, dass er zwischen den in three el. Wahlanziehung verschiedenen Leitern (Zink und Kupfer) in den Zustand des Turmalins geriethe. Diese entgegengesetzten el. Zustände der Wasserschichten heben sich abwechselnd trof (Entladung der Säule) und erneuern sich wieder. Schweiß-GER suchte diese Ansicht vorzüglich durch jene galv. Combinationen, von denen schon oben (Nr. 102.) die Rede gewesen ist, za begründen und in ein helles Licht zu stellen. Uebereinanderschichtung KZK' WKZK' keine Wirkung gebe. erklärt er daraus, dass keine polarische Wasserschichten entstehen können, indem W an zwei gleichartige Metalle anspült, und so wie hier gar keine Wasserpolarität entsteht, so entstehen in andern Fällen entgegengesetzte, d. h. die polarischen Wasserschichten schließen sich nicht mit den ungleichnamigen Polen zusammen, sondern repelliren sich mit den gleichnamigen. Die Aufliegung dieser Wasserpolarität soll von dem Oxydationsprocosse in der Saule von dem sich oxydirenden Metalle ausgehen. wie wir denn keine Volta'sche Säule absolut ohne alle Oxydation kennen. Das mehr oxydirbare Metall soll der Erreger jener el Spannung im Wasser seyn, worauf die Polarität der einzeinen Wasserschichten in der Säule beruht, eine Spannung, welche gegen K (doch nur im Wasser und vermittelst des Wassers?) gerichtet ist. Wenn nun Z der Erreger jener Spannung sey so sey klar, das ein solcher Erreger Z gegen mehrere K spannen konne, umgekehrt, wenn mehrere Z bei einem K vorhanden sind, so werde dennoch bloß diejenige Große der Spannang eintreten können, welche das eine K aufzunehmen fähig Bei Combinationen, wie die oben angegebene, sey in jeder Wasserschicht doppelte Spannung, nämlich die des Z gegen K', welche, da Z mit K' in demselben Fache sich befindet, sogleich entladen wird, und die des Z gegen K2, welche in die Batterie eingeht. Die polarischen Wasserschichten zwischen den einzelnen Z und K2 schließen sich mit ungleichnamigen Polen zusammen, und ihnen verdankt die entstehende Spannung ihren Ursprung. Dagegen ist in der Combination 5 Nr. II. nur eine Spannung KZ', die jedoch, weil sie schon eine geschlos-Fig. sene Kette bildet, zur Erzeugung einer Batterie unwirksam ist. 140. denn zwischen K und Z2 kann wegen Repulsion der gleichnamigen freien Elektricitäten des Z1 und Z2 keine Spannung ein-

treten, besonders da die E. des Z bei der geschlossenen Kette KZ' offenbar von überwiegender Stärke ist. Sonach da hier keine polarische Wasserschichten entstehen können, die sich zur Bildung der Batterie zusammenschließen, wird dieser Apparat ohne Wirkung seyn müssen, wie auch die Versuche auf das entscheidendste (vgl. Nr. 102.) beweisen. Einen neuen Beweis der Richtigkeit dieser Erklärung findet Schweiser in Fig. der Combination, welche eine Abanderung der zuletzt erwähn-148. ten ganz unwirksamen ist, denn hier können zwischen K' und Z ungehindert Wasserpolaritäten entstehen, die sich an einander . reihend zur Batterie verbinden, welche Batterie aber nicht stärker seyn kann und auch nicht stärker ist, als die Batterie der Fig Combination Z, da in jedem Fache zwei Z gegen ein K span-140 nen, die eine Spannung, aber zwischen K und Z continuirlich entladen wird, folglich nur die Hälfte der Spannung zurückbleibt, welche K nach der Größe der Fläche, die es darbietet, aufzunehmen im Stande ist. Jene unwirksame Batterie kann man auch dadurch wieder in eine wirksame verwandeln, daß man sich kleinerer Zink - und größerer Kupferplatten bedient, die auf allen Seiten neben den Zinkplatten hervorragen, weil dann die Repulsion der E. in Z sich nicht so weit erstreckt, um der Spannung zwischen den hervorragenden Theilen des K und des gegenüberliegenden Z2 in Weg zu treten. Vorzüglich beruft sich Schweisen noch auf folgende zwei Versuche, die er zugleich als einen unumstösslichen Einwarf gegen die Volta'sche Theorie betrachtet. In einen hölsernen, Fig. Wohl ausgekitteten Trog sind die Kupferplatten K2 K1 K3 und 149. die Zinkplatte Z von etwa 21 Quadratzoll so eingekittet, daß sie drei Zellen bilden, deren Flüssigkeit auf keine Weise mit einander communicirt. Von K2 K3 gehen in ein Gefäls h Messingdrähte mm, die mittleren Platten K1 Z sind durch einen Draht mit einander verbunden, so dass sie einen einfachen Volta'schen Elektromotor bilden. Fullt man alle drei Zellen und das untere Gefäls mit heilsem schwefelsaurem Wasser, so hat man an dem Drahte m2 Wasserstoffgasentwicklung, und der Draht mi oxydirt sich. Nach Volta's Theorie findet hier gleichsam eine doppelte Entladung des einfachen Elektromotors ZK1 statt, nämlich einmal nach einwärts in der Zelle y, in welcher sich + von \beta und - von \gamma immerfort in der Flüssigkeit ausgleichen, und nach außen, wo auf dem längeren Wege durch die Flüssigkeit in x, K2, den Messingdraht m2, die Flüssigkeit in h, m2, K3 und die Flüssigkeit in v, das + auf a sich mit dem, - auf & eben so ausgleicht. Legt man nun einen nassen wollenen Streifen S, der durch eine punctirte Linie angezeigt ist, über K1 und verbindet dadurch die Flüssigkeiten in y und v, so wird die Gasentwicklung in h fast gänzlich aufhören. Legt man dagegen denselben wollenen Streifen über Z, und setzt x und y in Verbindung, während die Flüssigkeiten in y und v keine Gemeinschaft mehr haben, so wird die Gasentwickelung in h so gut wie nicht vermindert seyn. Wenn man daher im Sinne der Volta'schen Theorie den Erfolg des ersten Versuchs davon ableiten wollte, das nunmehro - E in & sich gegen + E an β mittelst des nassen Streifens entlade, und folglich nicht mehr nach außen in der Richtung nach K3 wirken konne, so steht damit der zweite Versuch im Widerspruche, wo eine gleiche Entladung des + E an a durch dieselben nassen Streifen hätte erfolgen, und folglich auch hier die Wirkung nach außen für einen zweiten Kreislauf hätte aufhören müssen. Dagegen erklärt sich alles sehr befriedigand aus der Theorie der polaren Wasserschichten. Sobald nämlich y und v Communication haben, so stöfst Z auch gegen K3 seine positive basische Auflösung (im Sinne der in Nr. 63. dargestellten Theorie JAE-GER's), statt dass vorher dem K3 von K1 die positive Auflösung entrissen und negative saure zugeführt wurde. Nun ist also die Polarität in yv, welches jetzt als ein einziges Fach anzusehen ist, dieselbe wie in x, und beide polare Wasserschichten stehen sonach mit gleichnamigen Polen sich wechselseitig repellirend gegen einander, statt sich zur Kette zusammen zu schlie-Doch wird, wenn man die mit der Flüssigkeit in Verbindung stehende Obersläche von K1 sehr viel größer nimmt, als von Z, noch einige Wirkung vorhanden seyn, weil' dann Z unvermögend seyn wird, das ganze K1 in Action zu setzen, oder dieses doch noch immer einige positive Auflösung von K2 an sich reifst, eben weil es durch Znicht reichlich genug damit versehen wird. Im zweiten Falle dagegen wird K1 mehr als hinreichend. positiv elektrische (basische) Flüssigkeit von der ihm zugekehrten Seite & des Zinks erhalten, und wenig oder nichts von der an a zu sich hinüberreißen. Letztere wird also eben so wie vorher schon gegen K2 repellirend wirken, wodurch die polarische Wasserschichte in x in ihrer vollen Stärke entstehen kann.

Endlich glaubt Souwere wat durch seine Theorie der politie Wasserschichten die Hemmung aller Wirkung eines einfachen Fig. Elektromotors, wenn sein feuchter Leiter durch Gold oder Platin unterbrochen ist, befriedigend erklären zu können. det ein nasser Streifen die beiden Gefälse; so ist; da eine einzige polare Wasserschicht sich zwischen zwei heterogenen Metallen befindet, die galvanische Kette vollständig; wird abet der Metalldraht x als Leiter gebraucht, so gehört zur vollständigen Kette, dass sowohl zwischen a und e in dem einen, als auch zwischen d und b in dem andern Gefässe eine polare Waserschicht entstehe. Dieses findet aber blofs dadurch statt, das der Metalldraht & selbst polarisch wird. Dieses ist sehr leicht möglich, wenn er sich in einer ihn oxydirenden Flüssigkeit be-Andet, denn da jede Oxydation ein galvanischer Process ist, bei welchem, wie Jarour's Versuche darthun (s. Nr. 40:) negwive and positive Pole vorhanden sind, so braucht nun auf der einen Seite des verbindenden Drahtes x, an d nämlich; die positive an der andern in e dagegen die negative Polarität erhäht zu weiden, damit an e der Hydrogen- an d der Oxygenpol auftrete. Weit größere Kraft der E. ist natürlich nöthig um diese Polsfität des verbindenden Drahtes x einzuleiten, wenn, wie bei einem Golddrahte der Fall ist, nicht durch die Oxydation schon posttive und negative Polaritat vorbereitend gebildet sind. erklärt sich auf diese Weise sehr befriedigend, warum ein positivet Eisendraht und negativer Platindraht in der Gastöhre ein viel größeres Product geben, als Platindraht auf beiden Seiten.

Gegen diese Darstellung Schweregen's läst sich vor allei Dingen der Einwurf des Mangels von Klarheit machen. Bischeinen nämlich ganz verschiedene Erkkerungsprincipien mit einander vereinigt; ohne die nöthige Sonderung, durch welche jedem derselben sein Antheil an der Entstehung der Phänomens angewiesen wird. Diese verschiedenen Principien sind das Volta'sche, nach welchem die Metalle selbst einander in ihrer Berührung el. erregen, diese Erregung auf die Flüssigkeit übertragen, und letztere dadurch polarisiren; alsdann, wie es scheinf, das chemische, nach welchem die Metalle an und für sich und auch außer dieser Berührung einen polaren Process in den Plüssigkeiten hervorrufen, und zwar das Kupfer einen vorherrschend negativen, das Zink einen vorherrschend positiven. Demnächst ist eine blosse Parallelisirung der Säute mit einem

gresseren Magnete tind die Zusammensetzung derselben aus vielen kleineren mit ihren ungleichnamigen Polen sich an einander schließenden Schichten keine eigentliche Construction, nach welcher man sich einen deutlichen Begriff von den elektroskopischen Verhältnissen derselben machen kann. Auch scheines mir die von Senwareean gegen die Voltasche Theorie aufgestellten Einwendungen, nementlich die von den zuletzt angeführten Versuchen hergenommenen, keine so unumstöfslicht. daß man deswegen diese Theorie einer offenbar unbestimmten Ansicht aufopfern sollte. Der verschiedene Erfolg in jenen beiden Versuchen erklärt sich nämlick nach Vonta's Theorie befriedigend, sobald man auf den Umstand Rücksicht nimmt, dals die Thätigkeit von viel Kupfer durch wenig Zink, aber nicht umgekehrt die Thätigkeit von viel Zink durch wenig Kupfer erschöpft oder ausgeglichen wird. In dem ersten Versuche konnte die eine Fläche β des Z vollkommen die Thätigkeit von den beiden Oberflächen des Kupfers vund dausgleichen, oder alle E., walche diese zwei Flächen hergaben, mit denen sie in einer und derselben Flüseigkeit sich befand, zufnehmen und ansgleichen, während in dem zweiten Versuche die eine Oberfläche des Kupfers v'nicht hinreichte für die Menge E., welche das Zink von seinen beiden Oberfrichen a und & hergab, so dass also in diesem Falle für die Circulation nach aufsen noch genug übrig blieb. Am wenigsten sieht man ein, wie mit der Annahme solcher poharen Wasserschichten, die sich mit ihren ungleichnamigen Polen zusammen schließen, die Existenz einer Säule, welche durch und durch positive oder durch und durch negative Polazität zeigt, zu vereinigen ist. Hier fehlt auf jeden Fall die Analogie aus der Sphäre des Magnetismus, dessen Parallele doch höcketens nur ein dunkles einem andern Dunkeln gleicht setzt.

110. Dass bis in die neuesten Zeiten noch keine vollkommene Uebereinstimmung der Physiker in der Erklärung der Erscheinungen des Galvanismus statt findet, beweist zur Genüge, dass noch manche Dunkelheiten hier obwalten, deren Zerstreuung ferneren Forschungen vorbehalten bleiben muß. Volta's Princip giebt allerdings eine befriedigende Erklärung für die regelmäsige Zunahme der Spannung in der Saule, so wie auch für die Gesetze, nach welchen durch die Abänderungen der verschiedenen Factoren der Säule und ihrer mannigfaltigen Combi-

nationen der Wechsel ihrer verschiedenen Wirkungen bestimmt werden kann, die Kraft selbst aber, welche hierbei als thätig angenommen wird, ist in gewissem Sinne eine Qualitas occulta, da ihre Abhängigkeit von andern Eigenschaften der Körper und ihr Zusammenhang mit diesen, die sich in so vielen Verhältnissen aussprechen, in tiefes Dunkel gehüllt bleiben. stand, dass das elektrisch-galvanische Verhalten der trockenen Erreger in einem so gesetzmälsigen Zusammenhange mit ihrem chemischen Werthe steht, dass die el. Spannungsreihe der trokkenen Erreger zugleich auch die Reihe ihrer Oxydirbarkeit, der Große ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff ist, jene Reihe, an deren einem negativen Ende das mit Sauerstoff gleichsam am meisten übersättigte und in seiner Verwandtschaft zu demselben am vollkommensten befriedigte Manganhyperoxyd und am entgegengesetzten positiven Ende das Kalium, die unter allen bekannten Körpern die stärkste Anziehung zum Sauerstoff äußernde Substanz sich befindet, verbunden mit so manchen andern Erscheinungen von einem gleichen Charakter, die an ihrem Orte angeführt worden sind, muss das Bestreben, den chemischen und den galvanischen Process in eine innigere Verbindung zu bringen, als es durch die Volta'sche Theorie geschieht, stets unterhalten. Indem wir diesem Bestreben volles Recht widerfahren lassen, müssen wir aber zugleich eben so offen gestehen und glauben auch in den früheren Erörterungen den Beweis dafür geliefert zu haben, dass alle Bemühungen in dieser Hinsicht bis jetzt fruchtlos gewesen sind. Was übrigens in dieser Hinsicht noch zum Für oder Wider ergänzend hinzugefügt werden könnte, wird seine passendste Stelle unter dem Artikel: Thermomagnetismus und Saule, Volta'sche, besonders bei Gelegenheit der Verhandlungen über die sogenannte trockene oder Zamboni'sche finden, und bis dahin werden wir auch Gelegenheit gefunden haben, jene wichtigen Versuche Davy's über die Unwirksamkeit von Säulen, in welchen alle Mitwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs ausgeschlossen ist, einer neuen Prüfung zu unterwerfen.

IV. Anwendung.

111. Da von der Volta'schen Säule noch in einem eigenen Artikel gehandelt werden wird, und die Anwendungen dersel-

ben sich nach ihrer besondern Construction richten, so verweise ich, was ihre Benutzung betrifft, auf diesen Artikel und beschränke mich hier nur auf die Anwendung der einsachen Kette. Außer dem eben nicht sehr in Betracht kommenden Gebrauche derselben zur Darstellung von reinem Wasserstoffgas, und zur Ausmittlung des Gehalts von Arsenik oder Kupfer bei Vergiftungsuntersuchungen, oder zur Ausmittlung solcher schädlicher metallischer Beimischungen in Getränken, Arzneien u. s. w. so wie zur Reduction des reinen Silbers aus dem Hornsilber, wovon der Hauptsache nach schon in Nr. 34, 35 und 36 gehandelt worden ist, verdient hier noch die durch DAVE in Vorschlag gebrachte und durch Versuche im Großen geprüfte und wenigstens zum Theil bewährte Anwendung einer einfachen galvanischen Kette zum Schutze des Kupferbeschlags der Schiffe, und die ärztliche Anwendung der einfachen Kette vorzüglich in der Epilepsie, die wir dem Engländer John Mansford verdanken, eine genauere Erwähnung. Zu den schon oben (Nr. 34.) mitgetheilten Versuchen sind hier noch einige neuere von Davy, die den Gegenstand weiter aufgeklärt haben, nachzutragen 1. Kupferplatten in Berührug mit 40 oder 100 ihrer Oberfläche von Zink, Eisen oder Gusseisen wurden mehrere Wochen im Hafen von Portsmouth der Bewegung der Ebbe und Fluth ausgesetzt. Hatte der metallische Bewahrer (Protector) 10 bis 100 von der Oberfläche des Kupfers, so fand kein Angriff oder Gewichtsverminderung des letzteren Metalls statt, mit kleineren Quantitäten wie 700 oder 700 erlitt das Kupfer einen Abgang, der im Verhältniss größer war, als der Bewahrer weniger betrug, doch schützte selbst 1000 Gulseisen der Oberfläche noch eine gewisse Menge Kupfer. Während das geschützte Kupfer seine glänzende Oberfläche behält, wird das nicht geschützte erst roth, dann grün und verliert einen Theil seiner Substanz in Schuppen. Es fand sich, dass das Gusseisen am tauglichsten zur Beschützung des Kupfers ist, da es eben so lange wie Zink und geschmeidiges Eisen aushält, der Graphit, der sich an seiner Oberfläche durch die Wirkung des Seewassers erzeugt, seine ursprüngliche Form nicht ändert und seine el. Wirkung nicht hindert, und es

¹ Philos. Trans. for 1824. p. 250. und daraus in den Annales de Chimie Tome XXIX. p. 187. und Philos. Trans. for 1825. P. II. p. 325.

zugleich das wohlfeilste und überall leicht zu haben ist. Es setzt sich auf das im negativen Zustande durch den Protector erhaltene Kupfer unter gewissen Umständen aus dem Seewasse ' ein erdiger Ueberzug ab. Bei der Anwendung von Zink oder Eisen zu 1 bis 1 von der Oberfläche des Kupfers war dieses nach einigen Monaten mit einer weißen Materie überzogen, die als der Hauptsache nach aus kohlensaurem Kalk, kohlensaurem Talk und Talkhydrat susammengesetzt erkannt wurde. so verhielt sich der Kupferbeschlag zweier Schiffe, nur dals, so wie jener erdige Ueberzug sich zu bilden anfing, Seegewächse und Muscheln sich ansetzten. Betrug aber die Oberfläche des Protectors von Zink oder Gusseisen weniger als -10 derjenigen des Kupfers, so bildete sich jener erdige Ueberzug nicht, die Seegewächse setzten sich nicht an, und die Oberfläche des Kupfers, ohngeachtet es in einem geringen Grade gelöst worden war, blieb hell: eine wichtige Erfahrung, da durch sie die Grenzen bestimmt sind, bis zu welchen die schützende Krast des mehr oxydirbaren Metalls reicht, wodurch der Beweis gegeben ist, dass eine kleinere Menge desselben Vorzüge vor einer größeren hat. Die Zerstörung des Gusseisens beim Gebrauche als Bewahrer des Kupferbeschlags geschieht übrigens so langsam, dass wohl einige Jahre ersorderlich sind, um Massen von 2 - 3 Z. zu zerstören. Davy's spätere Versuche 1 belehrten ihn, das in eingeschlossenem Wasser das Kupfer gegen den erdigen Absatz geschützt sey, wenn das Gusseisen weniger als von der Oberfläche des Kupfers betrage. Zugleich wird das Kupfer selbst nur schwach angegriffen, gewinnt erst etwas an Gewicht, und wird dann langsam aufgelöst. Bei der Beschützung durch kleine Quantitäten Eisen von einer Oberfläche unterhalb 110 und über 1000 von derjenigen des Kupfers, konnte DAYY an den Kupferplatten, sie mochten allein oder als Beschlag von Böten dem Meerwasser ausgesetzt gewesen seyn, kein Anhängen von Conferven bemerken, ausgenommen, wo das gebildete Eisenoxyd das Kupfer rund um den Schützer herum bedeckte. Auf einer Reise in die nördlichen Gewässer wurden besonders Versuche gemacht, wie sich in dergleichen Umständen bei rascher Bewegung im Meere geschützte und ungeschützte Kupferplatten verhalten. Platten von etwa einem Quadrat-

¹ Philos. Trans. 1825. a. a. O.

inft and 7000 bis 8000 Grap an Gerkicks verloren in 19 Stunden bei einer Rewegung won 8 engl. Meilen in der Stunde 6,55; durch weniger els ata Guiseisen geschützt nur 5,5 Gran und zwei durch da und da geschmeidiges Eisen geschützt, nur 2 Grane. Dieser letztern Verlust hängt ohne Zweifel von einer mechanischen Einwirkung (einem Abreiben) ab, und verhält sich also zu dem durch chemische Einwirkung wie 2:4,55. An den am besten geschützten Kupferplatten war keine Spur von ardigem Absatze zu bemarken. Da die Erfahrung zeigte, dass die schützende Kraft auf weitere Entfernung hin abnehmen, besonders wenn die Kupferplatten der Schiffe in ihrer genauen Verbindung mit einander durch Rost an den Nägeln und da, wo die Platten zusammenstielsen, gelitten hatten, so rieth DAVY schittzende Metalle in verschiedenen Parthieen am Kupferbeschlage anzubringen, und ein glücklicher Erfolg war mit des Befolgung dieses Rathes verbunden. Denn als ein solches Schiff; dessen Kupferbeschlag schon etwas gelitten hatte, am Vordertheile mit zwei Massen Eisen und am Bug mit zwei gleichen versehen wurde, deren Obersläche ohngefähr A derjenigen des Kupfers betrug, darauf im März 1824 nach Neuschottland abging und im Jahre 1826 wieder im Hafen von Portsmouth einlief, so fand sich bei genauer Untersuchung durch DAVY, dass es einige, Fuls von den vordern Schützern bis nach dem Buge hin am ganzen Grunde frei von Seegewächsen, Muscheln u. dgl. war. Wohl hatten sich um den vordern Protector auf dem Eisenroste, der ihn umgab, Zoophyten und viele kleine Muscheln vom Lepasgeschlecht angesetzt, dabei war das Kupfer in einer beträchtlichen Ausdehnung um den vordern und hintern Schützer glänzend, dagegen wurde die Farbe gegen die Mitte des Schiffs hin grin, doch nur von heller Farbe, und ohne eigentliche Schuppen zu bilden. Hier schien bloß das Eisenoxyd Schuld an diesem Anhängen von Seegewächsen und Seethieren gewesen zu seyn, an dem reinen Kupfer um die hintern Schützer fand sich nichts dergleichen, dagegen hatte das Blei am Bug, das der Reibung des Wassers am meisten ausgesetzt ist, jene Seekörper noch viel reichlicher anhängend. Dasselbe Schiff war, ehe es geschützt wurde, mit einem starken Ueberzuge von kohlensaurem. und untersalzsaurem Kupferoxyd und mit sehr vielen langen Pucis und Zoophyten, die an verschiedenen Stellen am Boden hingen, im Seehafen eingelaufen. Bei einem andern Schiffe,

das nach Calcutta hin und zurückgesegelt war, gewährten 4 Protectoren, die 11 der Oberfläche des Kupfers ausmachten, einen vollkommenen Schutz, auch gegen das Anhängen von Seekorpern, und ein drittes zeigte nur an dem Eisenroste, der sich um den Schützer herum angesetzt hatte, anhängende Seegewächse un Zoophyten, doch nur in sehr geringer Menge Die in verschiedenen Zeitungen, selbst in englischen (The Times) gegebenen Berichte, als habe die englische Admiralität besohlen, dass das ganze System der Kupferbewahrung aufgegeben werden solle, ist eine missverstandene Auslegung eines Befehl, nach welchem bei einem Kriegsschiffe, wenn es zum Dienste in See geht, die Protectoren weggenommen, aber wieder angelegt werden sollen, wenn das Schiff nach der Zurückkunst in den Hafen gelegt wird 1. Als letztes Resultat seiner Versuche stellt DAVY 2 auf, dass man allen Grund habe, als die wahrscheinlichste Art zur Bewahrung des Kupferbeschlags der Schiffe diejenige zu betrachten, wonach der Protector inwendig angewendet werde, so dass man unter die Mitte einer jeden Kupferplatte in das Holz des Schiffes einen Nagel von Eisen oder lieber Zink schlägt, dessen Kopf, wenn er festgenagelt wird, in Berührung mit der inwendigen Seite der Kupferplatte steht, und der dann für diese Kupferplatte der Protector wird. Die Platten müssen mit Nägeln von reinem Kupfer befestigt werden. Dass der inwendige Nagel doch das äußere Kupfer in den schützenden, negativ el. Zustand versetzt, erklärt DAVY so, dass wenn das Schiff in See kommt, das salzige Wasser an allen Stellen zwischen den Fugen der Kupferbleche hineinfließt, und die kleinen Abstände zwischen den Kupferplatten und dem Holze ausfüllt, auch durch Haarrohrchenanziehung in dieses selbst eindringt, wobei zwischen dem Nagelkopfe und selbst dem ganzen Nagel und der Kupferplatte, durch die vermöge des Salzwassers und feuchten Holzes geschlossene Kette ein el. Process auf der inwendigen Seite des Kupfers entsteht, der seine schützende Kraft bis auf die Außenseite des Kupfers ausdehnt. Wenn aber die Flüssigkeit, zwischen die Kupferplatten und die Aussenseite des Holzes eingeschlossen, sehr langsam umgewechselt wird, so wird

¹ Phillips annal. Octbr. 1825 p. 281.

² Philos. Trans. 1825 p. 345 und Philos. Magazine Vol. LXVII. p. 89.

derselbe Protector in demselben Verhältnisse langsam corrodirt, weil die Corrosion einem großen Theile nach auf der im Wasser. eingeschlossenen Luft beruht, und der Protector sich längen erhält, wenn jenes sein Sauerstoffgas verloren hat. Sitzt dagegen der Protector auswendig, wo ihn mit Lust gesättigtes Wasser stets bespült, so wird er in einem weit großeren Verhältnisse verzehrt, als dieses eine nothwendige Folge des el. Zustandes ist. Alle Versuche, welche DAVY im Kleinen angestellt und mannigfaltig abgeändert hat, haben Resultate gegeben die diese Aenderung hinsichtlich der Anwendung des Protectors, welche noch nicht im Großen ansgeführt sind, als die zweckmässigste ansehen lassen. Einige Versuche haben mich gelehrt, dass, wenn auch zwischen dem Protector (einer Zinkstange z. B.) und dem Kupfer keine geschlossene Kette durch einen feuchten Zwischenkörper statt findet, letzteres doch dadurch, dass es in einer beständigen negativen Spannung erhalten wird, schon gegen die Oxydation geschützt werde. Davy exinnert, dass man nach demselben Principe auch astronomische Instrumente, so wie Stahlinstrumente werde gegen den Rost schützen können, und er führt an, dass PErus seine Messer dadurch am besten erhalte, daß er sie in einer Ausfutterung von Zink aufbewahre.

Auch die Anwendung der einfachen Kette zur Bekämpfung einer der furchtbarsten Krankheiten, der Epilepsie, ist hier noch hervorzuheben. John Mansford ist auf diese Anwendung durch theoretische Ansichten über die Natur der Epilepsie und den Vorgang bei den Muskelbewegungen geleitet worden. Ihm schien nämlich bei der Heilung dieser Krankheit alles darauf anzukommen, dals die krankhafte Anhäufung des bewegenden Princips, welches als die nächste Ursache dieser Krankheit anzusehen sey, verhütet und beseitigt werde. Dieses geschehe aber am sichersten dadurch, dass der negative Pol so nahe als möglich an dem Gehirne, und der positive an irgend einem entfernten Theile des Körpers angebracht werde und zwar so, dass sie fortdauernd wirken können, wozu sich die einfache Kette vorzüglich eignet. Zu dem Ende wird die Oberhaut von der Gröise eines Sechspencestücks (etwa eines Zweigroschenstücks) an dem Nacken so nahe als möglich an der Wurzel der Haare mittelst eines kleinen Zugpflasters entsernt, und ein gleich großer Theil derselben in der Höhlung des Kniees und an seiner Innenseite; auf die Wunde am Nacken wird eine Silberplatte je nachdem IV. Bd. Sss

Alter des Kranken von der Größe eines Sechspencestückes bis zu der einer halben Krone (etwa eines Viergroschenstücks) gelegt, an ihrem hintern Theile wird ein kleiner Henkel, und an ihrem untern Rande in einer Richtung mit dem Henkel ein kleiner Haken angebracht, an welchem der Verbindungsdraht zwischen beiden Platten besestigt ist. Dieser Draht läuft den Rücken herab, bis er einen Gurt von Leder erreicht, der ringsherum an die Weste angeknöpft ist, er folgt alsdann dem Gurt, an dem er befestigt wird, bis er an der Schaamgegend auf derjenigen Seite anlangt, wo man ihn zu gebrauchen wünscht, wird dann längs der Innenseite des Schenkels herabgeführt, und an die Zinkplatte auf die nämliche Art, wie oben an die Silberplatte befestigt. Bei der Application des Apparats sind noch zwei wesentliche Stücke erforderlich, nämlich ein Stück Schwamm und ein Stück Fleisch, welches von allem Fett und Zellgewebe befreit ist, und welche zwischen die Platten und die entblößte Hautstelle gebracht werden, weil eine unmittelbare Application der Metallplatten nicht ertragen werden könnte. Da die Wunde, auf welche der negative Pol (die Silberplatte) wirkt, stets hinlängliche Feuchtigkeit absondert, so wird der Schwamm immer davon getränkt bleiben, und eine hinlängliche Leitung gewähren; da aber die Wunde, auf welche der Zinkpol wirkt, nicht dieselbe Absonderung gewährt, so unterhält ein solches Stück Muskelsleisch eine fortdauernde angemessene Leitung. wird ein Stück nassen Schwammes von der Größe der Wunde am Nacken auf dieselbe gelegt, über dieses ein größeres gleichfalls feuchtes Stück Schwamm von der nämlichen Größe, wie die Metallplatte, und zunächst auf dieses die Platte selbst, welche durch drei Streifen Heftpslaster einen durch den Henkel auf ihrem Rücken gezogenen, außerdem durch einen oberhalb und einen unterhalb desselben, in ihrer Lage befestigt wird. Die Zinkplatte wird auf die nämliche Weise befestigt, allein statt der zweiten Schwammlage wird auf die erste das erwähnte Stück Fleisch von der Größe der Platte und darauf die Platte selbst gebracht. Hat der Draht, welcher den Rücken herabläuft, eine hinlängliche Länge, damit er nicht ziehen kann, so liegt der Apparat auf diese Weise sehr sicher. Man lässt ihn 12 bis höchstens 20 Stunden liegen, die Wunden müssen rein gehalten, und das dicke Oxyd, womit sich die Zinkplatte überzieht, weggeschafft werden, weswegen es, um den Apparat stets in möglichst gleicher Wirksamkeit zu erhalten, am besten ist, ihn täglich 2mal zu wechseln. Eine Hauptvorsicht, die man nicht aus dem Auge verlieren darf, ist, dass die Oxydation des Leitungsdrahtes an den Stellen, wo er mit den Haken der Platten verbunden ist, verhindert werde, weil schon die dünnste Oxydschicht die galvanische Action aufhebt. Ketten statt des Leitungsdrahtes, den man zu aller Sicherheit dreifach nehmen kann, sind nicht zu gebrauchen, weil die Gelenke nicht genau genug an einander stossen, um die schwache Action fortzuleiten. Die beiderlei Wunden bieten außer dem oben Angeführten, noch die merkwürdige Verschiedenheit dar, dass die im Nacken die Neigung hat, schnell zuzuheilen, wenn der Druck entfernt oder vermindert wird, in welchem Falle man dann durch Betupfen mit trockenem Aetzkali den schicklichen Zustand derselben leicht wieder herstellt, während die untere Wunde eine Neigung hat reizbar zu werden. und sich auszubreiten, zu dessen Verhütung man ihren Rand durch kleine Streifen Pflaster schiitzt, welche man in Form eines Sternes vom Mittelpuncte nach außen legt, so dass in der Mitte eine kleine Oeffnung bleibt. Der Gebrauch dieses Mittels muls öfters mehrere Wochen fortgesetzt werden. MANSFORD führt einige sehr auffallende Fälle von Heilung an, auch kenne ich einzelne glückliche Curen anderer Aerzte, doch rechne man in einer Krankheit, welche nicht in allen Fällen dieselbe Ursache hat, nicht sicher auf dieses Mittel. Wo organische Fehler im Gehirne als Gelegenleeitsursachen wirken, ist begreiflich nichts davon zu erwarten. Statt die Zinkplatte in die Kniehöhle anzulegen, dürfte es bequemer seyn, sie am Ende des Rückgrats zu appliciren. Bei Lähmungen der Gliedmaßen in Folge eines Schlagflusses würde ich von einer umgekehrten Application der beiden Metalle den bessern Erfolg erwarten. Letztere Kette wirkt offenbar als ein stärkerer Muskelreiz, um den es dann zu thun ist. Schon früher hat besonders Grapengiessen 1 auf ähnliche Weise die einfache galvanische Kette empfohlen, besonders in örtlichen Krankheiten, namentlich in der Taubheit, wo et die Metalle hinter die Ohren appliciren liess 2.

Galvanometer; Galvanoskop. S. Multiplicator.

¹ Versuche den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden, von C. J. G. Grapengießer. Berl., 1801.

² Außer den vielen im Laufe dieses Artikels angeführtenSchrif-

Gas.

Luft; gas, aër, aura; Gas, air; Gas, air.

Es giebt eine große Menge von Substanzen, welche sich durch gewisse eigenthümliche Eigenschaften auszeichnen, und mit dem gemeinsamen Namen Gas oder Luft bezeichnet werden. Bei der großen Zahl dieser Art von Körpern ist es dann leicht erklärlich, dass man von ihren unterscheidenden Qualitäten die Bezeichnungen: Gasarten, Luftarten, luft - oder gasförmige Stoffe oder Körper, elastische oder expansibele, permanent oder bleibend elastische oder expansibele Flüssigkeiten, Expansibilien u. a. hergenommen hat. Flüssigkeit und Elasticitat oder das Bestreben nach Expansion, nach stets fortgesetzter Ausdehnung, und eine hieraus hervorgehende Kraft des Widerstandes gegen äußere mechanische Zusammendrückung sind im Allgemeinen die unterscheidenden Kennzeichen dieser Art von Substanzen, welche zwei Hauptclassen, nämlich Gas - oder Luftarten und Dämpfe in sich begreifen. In wie fern diese beiden wesentlich von einander unterschieden sind, ist im Artikel Dampf 1 bereits angegeben und dort nachgewiesen, dass die Gasarten dem Mariotte'schen Gesetze folgen, welches auf Dämpfe im Zustande der Sättigung oder im Maximo ihrer Dichtigkeit gar nicht passt. Allgemeiner lässt sich ferner der Flüssig-

ten, verdienen noch erwähnt zu werden: Dr. J. B. TROMMSDORFF, Geschichte des Galvanismus oder der galvanischen Elektricität, vorzüglich in chemischer Hinsicht. Zweite unveränderte Auslage. Erfart, 1808. - JEAN ALDINI, Traité théorique et experimental, anr le galvanisme. 2 Tomes. Paris, 1804. - J. A. DE Luc, Traité élémestaire sur le Fluide electro-galvanique. 2 Tomes. Paris, 1804. -CHR. N. HELLWAG, Erfahrungen über die Heilkräfte des Galvanismus. Hamburg, 1802. - Jos. Izaan, Manuel du galvanisme. Paris. 1806. - Dr. Joh. Anton Heidmann, Vollständige Theorie der galvanischen Elektricität. 2 Bande. Wien, 1806. - J. W. Ritten's, Beiträge sur näheren Kenntniss des Galvanismus. 2 Bande, jeder von 4 Stückes. Jena, 1800-1805. - Christ. LEBR. Rosslin, der Galvanismus. 2 Theile. Ulm, 1824. - Aug. Koelle, Ueber das Wesen und die Erscheinung des Galvunismus. Stuttgart, 1825. - G. J. Singer, Elemente der Elektricität und Elektrochemie. Uebers. von C. H. Müller. Breslau, 1819. - C. Gust. Bischoff, Lehrbuch der theoretischen Chemie. I. Band. Bonn, 1824.

^{1 3.} Th. II. S. 279.

keitszustand dieser Classe von Körpern nicht verkennen, wie aus demjenigen hervorgeht, was hierüber im Artikel Flüssigkeit gesagt ist; aus welchem Grunde aber und mit welchem Rechte man sie elastische, permanent elastische oder expansibele Korper nenne, ist im Artikel: Expansion erörtert. Man kann nach allem diesen also mit Recht sagen: die verschiedenen Luft - oder Gasarten sind diejenigen elastischen Flüssigkeiten, welche dem Mariotte'schen Gesetze in einem größeren oder geringeren Umfange desselben unterworfen sind, und da schon im Artikel: Dampf, die Gründe erläutert wurden, warum jenes Gesetz auf Dämpse keine Anwendung leidet, insofern für letztere eine bündige Theorie nur dann besteht, wenn sie im Zustande größster Dichtigkeit genommen werden, so ist es erforderlich hier zu zeigen, in welcher Ausdehnung dasselbe auf die Gasarten Anwendung findet, welches dann auch nach einigen vorläusigen Betrachtungen geschehen soll 1.

In frühern Zeiten kannte man bloß Luft, d. h. atmosphärische Luft, hielt diese für einfach, und leitete die durch andere Gasarten dargebotenen Erscheinungen, welche mit dem Verhalten dieser Luft nicht übereinstimmten, von dem Einflusse gewisser dunstartiger Auflösungen und Beimischungen in derselben ab, wobei namentlich eine hypothetische Substanz, das Phlogiston, eine große Rolle spielte. Als man aber die verschiedenen Gasarten genauer kennen lernte, und ihren Unterschied von der atmosphärischen Luft, so wie die Bestandtheile dieser letzteren deutlich bestimmte, wurde der Ausdruck Gas, neben dem bis dahin üblichen, Luft, eingeführt, und durch letzteres Wort diejenige Mengung bezeichnet, welche der Hauptbestandtheil der unsere Erde umgebenden Atmosphäre ausmacht². Diese Bezeichnung ist an sich unschädlich, auch wird noch

¹ FRANKENHEIM in Zeitschrift für Physik u. Math., von Baumgartner u. Ettingshausen. II. 809. zeigt, daß eine verschiedene, aber jedesmal genügende, Entziehung der Wärme die Gasarten tropfbar flüssig macht, und nennt die zu ihrer Gasform erforderliche Wärme die Gaswärme im Gegensatze der Verdampfungswärms bei den Dämpfen. Daß beide verschieden sind, hält Frankenheim für einleuchtend, und beruhet also hierauf gleichfalls eine Verschiedenheit beider expansibeler Körper. Es wäre interessant, die erstern auf gleiche Weise zu bestimmen, als letztere mindestens für Wasserdämpfe bestimmt ist.

^{2 8.} Atmosphäre. I. 454.

lange der Ausdruck Luft in dieser usurpirten Bedeutung beibehalten werden, schon deswegen, weil er in zu vielen zusammengesetzten Wörtern vorkommt, als Luftdruck, Luftpumpe Außerdem bedingt der Druck, welchen die atmosphärische Luft vermöge ihrer Schwere und der Quantität, in welcher sie um den Erdball angehäuft ist, gegen alle von ihr umgebene Körper ausübt, zugleich das Mass der Dichtigkeit und Elasticität aller übrigen Gasarten, indem sie hierbei als normale Einheit bei der Voraussetzung eines bestimmten Barometer - und Thermometerstandes angenommen wird. Endlich eignet sie sich auch am besten dazu, um die gesammten Gesetze der Aërostatik und Pneumatik an ihr zu demonstriren, welches ebendaher auch in allen Lehrbüchern der Physik zu geschehen pflegt. Weil aber jene individuelle Zusammensetzung, welche man Luft oder atmosphärische Lust nennt, und aus 79 Theilen Stickgas und 21 Theilen Sauerstofigas dem Volumen nach zusammengesetzt annimmt, keine ausgezeicnhete physikalische Eigenschaften vor den übrigen Gasarten voraus hat, außerdem aber die wirkliche atmosphärische Luft noch manche nicht genau bestimmbare Beimengungen enthält, welche zum Theil die allgemeine und bestimmte Anwendung der physikalischen Gesetze der Gasarten auf sie modificirt, endlich auch die statischen Gesetze der Luft und der Gasarten schon für sich im Artikel Aerostatik abgehandelt sind, die pneumatischen aber auf gleiche Weise zur Untersuchung kommen werden, so ist es einer streng wissenschaftlichen Anordnung angemessen, die Gasarten insgesammt und ihr Verhalten an diesem Orte abzuhandeln, der Luft an sich aber keinen besondern Artikel zu widmen, da sie nur eine von mehreren vorkommenden Verbindungen zweier Gasarten ist,

Die gesammte Untersuchung der Gasarten zerfällt in zwei Hauptabtheilungen, deren erste das physikalische Verhalten derselben, die zweite ihre chemische Natur enthält. Es soll daher hier zuerst von den physikalischen Gesetzen gehandelt werden, welche über dieselben bishero aufgefunden sind, und demnachst ihr chemisches Verhalten zur Untersuchung kommen.

I. Physikalische Gesetze der Gase.

Nur zwei Eigenschasten sind es, welche im Wesentlichen den Charakter der Gase ausmachen, und auf welche sich daher

die Gesetze beziehen, nämlich ihre Flüssigkeit und ihre Elasticität; sie verdienen daher einzeln untersucht zu werden.

A. Flüssigkeitszustand der Gase.

Ueber den Flüssigkeitszustand der Gase im Allgemeinen, den Unterschied des tropfbar – oder elastisch – Flüssigseyns, und die hierauf gegründeten Bezeichnungen Fluidität und Liquidität ist schon im Artikel: Flüssigkeit, gehandelt. Weil aber das letztere Wort offenbar zuerst von tropfbar flüssigen Körpern gebraucht und erst später auch auf die gasförmigen übertragen ist, wie aus den verwandten Ausdrücken: Flus, flüssig, fließen, genugsam erhellet, so habe ich mich dort auf das Verhalten der tropfbarflüssigen oder liquiden Körper ausschließlich beschränkt, und die Untersuchung des gasförmig – Flüssigseyns bis hierher verspart. In Beziehung auf das dort Gesagte kommt also hier zuerst die Frage in Betrachtung, worin das eigentliche Wesen des gasförmig – Flüssigseyns bestehe.

1. Dals man den Gasen Flüssigkeit zuschreibt, kommt ohne Zweifel daher, weil sie sließen, d. h. sieh auf eine ähnliche Weise bewegen, als dieses bei tropfbaren Flüssigkeiten durch den Augenschein beobachtet wird. Unstreitig ist nämlich die Bewegung der Luft beim Winde, beim Blasen, in Schornsteinen und Windösen, über stark erhitzten Körpern u. s. m. ein ganz eigentliches Fließen, und man war daher berechtigt, denjenigen Körpern, woran sich dieses zeigt, den Namen der Flüssigkeiten eben so gut beizulegen, als denen, welche Tropfen bilden. Bei beiden beruhet außerdem das Wesen ihres Zustandes auf der leichten Verschiebbarkeit ihrer Theile, als Folge fehlender Cohasion (nach dem hierüber von mir angenommenen Sprachgebrauche) und Reibung ihrer Bestandtheilchen unter einander und an andern Körpern, nebst dem hieraus folgenden leichten Hingleiten derselben über einander, ohne dass jedoch bei beiden Arten die Adhäsion ihrer Theilchen sowohl gegen einander als auch gegen andere Substanzen wegfällt. Auch die Gasarten sind nämlich den Gesetzen der Adhäsion unterworfen, wie sich deutlich beim Fliessen derselben durch die Oeifnungen längerer Röhren zeigt1. Man sagt zwar gewöhnlich, das bei diesem Aus-

¹ Vergl. Pneumatik.

strömen sich zeigende Hinderniss der Bewegung gassörmiger Flüssigkeiten entstehe durch ihre Adhäsion an den Wänden der Röhren, allein wenn dieses im strengsten Sinne wahr wäre, so würde sich auf der Oberfläche dieser Wände eine Luftschicht von verschwindender Dicke anlegen, und über dieser hin das Absließen ohne alles Hinderniss stattfinden, was aber gegen die Erfahrung streitet. Hiernach sind also beide Aggregatzustände der tropfbarund elastisch flüssigen Körper dem Wesen nach identisch, und es erklärt sich hieraus, warum beide so leicht in einander übergehen 4. Wenn man übrigens zugiebt, das die Adhäsion der Theilchen elastischer Flüssigkeiten durch den Einfluss der ihnen gleichfalls wesentlich zukommenden Elasticität oder Expansion nicht gänzlich aufgehoben wird, so liegt hierin zugleich ein Beweis, dass die Wirksamkeit beider, ihren Aggregatzustand bedingender, Kräfte, sowohl einer anziehenden als auch einer abstoßenden, bei ihnen nie aufhört, so lange sie noch eine namhafte im Experimente melsbare, Dichtigkeit haben.

2. So wie bei den tropfbarflüssigen Körpern der Grad ihres Flüssigseyns, ihrer Fluidität, verschieden gefunden wurde, so ist dieses auf ähnliche Weise auch bei den elastischen der Fall, indem auch diese ungleich leicht und schnell fließen, ausströmen, und so wie bei jenen dieser Grad der Fluidität ihrer Dichtigkeit im Allgemeinen umgekehrt proportional gefunden wird, so zeigt sich das Nämliche auch bei diesen. Ob dieser ungleiche Grad der Fluidität auch die Größe und Geschwindigkeit der Schallwellen in den verschiedenen Gasarten bedinge, verdient seiner Zeit näher untersucht zu werden, gewiß aber ist es, daß ein Einfluß desselben beim Ausströmen der Gasarten

¹ Als unterscheidendes Kennzeichen nimmt man nicht ohne Grund an, dass die eine Classe der slüssigen Körper Tropsen bildet, die andere nicht. Genau genommen sind aber einzelne, in tropsbaren Flüssigkeiten aufsteigende Lustblasen ein Analogon der Tropsen, welche z. B. im Wasser auf gleiche Weise und gauz gleich gestaltet aufsteigen, als die einzelnen Tropsen z. B. das Petroleum im Weinsteinsele und Weingeiste des Elementenglases, wenn man die Flüssigkeiten dieses letzteren durch einander geschüttelt hat. Ich habe schon s. Art. Adhäsion Th. I. S. 202. bei der Gestalt und dem Anhängen solcher Lustblasen auf den Einsluss dieser Adhäsion ihrer Theilchen hingedeutet. Andere Physiker hegen diese Ansicht nicht, indes hosse ich die meinige bei näherer Untersuchung der Sache im Art. Lustblasen noch mehr zu begründen.

in Betrachtung komme. Indem aber diese Untersuchung im Artikel: *Pneumatik* vollständiger angestellt werden wird, so begnüge ich mich hier mit einer allgemeinen Andeutung der Sache.

3. Die Flüssigkeit der Gase, hauptsächlich der atmosphärischen Luft, zeigt sich auf eine eben so interessante als auffallende Weise beim Fortschwimmen verschiedener Substanzen, namentlich der riechbaren Stoffe, in denselben 1, Sogar auch das elektrische Fluidum, sofern dasselbe auf den Geruchssinn wirkt, wird in der Luft mechanisch schwebend fortgeführt. Dieses interessante und für die Entscheidung über das Wesen der Elektricität wichtige Phänomen hat sich mir vielmals dargeboten, daß ich nämlich in der einen Abtheilung des hiesigen physikalischen Saales stehend, wenn in der andern die große Elektrisirmaschine gedrehet war, bis über 30 Secunden nach dem Stillestande derselben bei geeigneter Luftströmung den specifischen Geruch der Elektricität als eines in der Luft schwebenden feinen Fluidums wahrnahm.

Ferner kann man sich die Vorstellung von der Flüssigkeit der Gasarten auch auf folgende Weise versinnlichen. Man denke sich einen überall verschlossenen Cylinder und in der Mitte desselben eine lothrechte Axe herabgehen, mit perpendiculär auf ihr befestigten Flügeln, die Ebenen der letzteren gleichfalls lothrecht. Würde jene Axe durch einen geeigneten Mechanismus umgedrehet, so würden die Flügelflächen die im Cylinder enthaltene Luft oder Gase vor sich hertreiben, andere Theile derselben würden in die verlassenen Stellen strömen, und so müßte allmälig in dem Verhalten der tropfbaren Flüssigkeiten ganz ähnliches wirkliches Fließen erfolgen. Bei den Versuchen über den Widerstand der Mittel werden solche Apparate in Anwendung gebracht.

4. Man hielt von den ältesten bis zu den neuesten Zeiten herab den Flüssigkeitszustand der Luft, und nach der Analogie gesolgert auch der übrigen Gasarten, für bleibend, und nannte sie deswegen zum Unterschiede von den Dämpfen permanent elastische Flüssigkeiten. Hurrow² unter andern sagt in dieser Hinsicht noch ganz bestimmt, dass die Luft weder durch langes Eingeschlossenseyn in Gesäse, noch durch die höchsten Grade

^{1 8.} Hatton Dict. I. 48.

² Dict. I. 48. Vergl. Encyclop. meth. I. 111.

der Kälte, noch durch den stärksten mechanischen Druck ihren eigenthümlichen elastisch-flüssigen Zustand verliere. Erst in der neuesten Zeit erwies FARADAY durch eine Reihe interessanter Versuche, dass verschiedene Gasarten, welche bei einer Wärme über dem Eispuncte und unter dem mittleren Drucke der Atmosphäre dem Mariotte'schen Gesetze folgen, durch die wereinte Wirkung der Kälte und der Zusammendrückung in den Zustand der tropfbaren Flüssigkeit übergehen, und nachdem dieses bekannt geworden war, fand sich, dass man schon früher ähnliche Erscheinungen beobachtet hatte. Dass hierdurch also das Mariotte'sche Gesetz eine nothwendige Einschränkung erleide, desgleichen dals dieser Umstand bei der Bestimmung de eigentlichen Wesens dieses Flüssigkeitszustandes sehr berlicksichtigt werden müsse, wird weiter unten erörtert werden; für jetzt möge es genügen, zuvor die hierüber bestehenden Thatsachen anzugeben.

FARADAY-stellt die ihm bekannt gewordenen Nachriehten von der Verwandlung der Gase in tropfbare Flüssigkeiten zusammen 1. Hiernach scheint es ; als ob bei den bekannten Versuchen des Grafen Rumford in München über die Gewalt des entzündeten Schießpulvers die feste Masse, welche sich zuweilen in dem stählernen Cylinder angesetzt fand, und deren Erscheinen mit einer auffallenden Verminderung der Elasticität des erzeugten Dunstes verbunden war, verdichtete Kohlensäure enthalten habe. Eine Verdichtung des Ammonialgas zur tropfbaren Flüssigkeit wollen viele beobachtet haben, allein FARA-DAY vermuthet, dass hierbei eine sehr gesättigte Verbindung dieses Gases mit Wasser behandelt sey. Eben so will auch GUYTON - MORVEAU Ammoniakgas durch - 48° C. Kälte tropfbar flüssig gemacht haben, allein FARADAY berechnet die Elasticität dieses Gases im trocknen Zustande bei 10° C. Temperatur zu 6,5 Atmosphären, und glaubt der Analogie nach, dass ein höherer Grad der Kälte zu seiner Liquidemachung erforderlich sey, als jener angegebene, welswegen auch hierbei ein Einfluss der Feuchtigkeit angenommen werden müsse. Schweflichtsaures Gas wurde nach Founchoy's Zeugniss von Mones und CLOURT und von ihm selbst durch angewandte größere Kälte

¹ S. Journ. of the Royal Inst. Nr. 32, daraus in Bibl. univ. XXVI. 92.

and mechanischen Druck liquide gemacht, eine Thatsache, welche nach den neuesten Entdeckungen über diese Substanz nichts Auffallendes mehr hat. GUYTON-MORVEAU bereitete bekanntlich die kleinen Räucherungsflaschen zur Säuberung der Luft von ansteckenden Miasmen 1. Indem aus der Mischung in denselben Chlorgas bereitet werden muss, ihre Oeffnung aber durch einen eingeschmirgelten Glasstöpsel fest verschlossen gehaltenwird, so glaubt FARADAY, das entbundene Gas sey als tropfbare Flüssigkeit zurückgehalten, welches um so weniger auffallend ist, da die Elasticität dieses Gases bei 15°,5 C. nur 4 Atmosphären beträgt. (In diesem Falle kommt indels wohl ohne Zweifel die im Glase gleichfalls vorhandene Flüssigkeit mit in Betrachtung.) Arsenik. Wasserstoffgas will STROMETER schon 1805-durch hohe Kälte tropfbar flüssig gemacht haben, allein FARADAY meint, der sich in dieser Gestalt, zeigende Antheil desselben sey beigemengte Feuchtigkeit gewesen, da dieses Gas sich bei - 18° C. durch einen Druck von 3 Atmosphären noch nicht flüssig machen lasse.

FARADAY befolgt die chronologische Ordnung bei seiner Erzählung, und erwähnt daher, dass Northmore 1805 bis 1806 Chlorgas sehr heftig comprimirte, wie er angiebt bis 18 Atmosphären, daraus dann eine gelbe Flüssigkeit erhielt, welche bei eröffneter Schraube augenblicklich mit heftigem Geruche expandirt wurde 2. Es ist wohl nicht zu bezweifeln, dass hierbei eine wirkliche Flüssigmachung statt fand. Auch salzsaures Gas will NORTHMORE liquide gemacht haben, FARADAY halt aber hierzu einen Druck von 40 Atmosphären für erforderlich. und glaubt daher, es sey hierbei eine Verbindung von Chlor mit etwas Oel aus der Pumpe zum Vorschein gekommen. schweflichtsaurem Gas gerieth ihm der Versuch zwar nicht vollständig, weil die Pumpe dadurch angegriffen wurde, allein es ist doch nicht zweiselhaft, dass er auch dieses Gas tropsbar flüssig dargestellt habe. Einen interessanten, aber unvollkommenen Versuch machte BABBAGE schon 1813. Er liess nämlich in einen dichten, großen Kalkfelsen ein Loch 2 Z. weit und 30 Z. tief bohren, gols etwa 1,5 Pinten Salzsäure hinein, und verstopste die Oeffnung fest durch einen mit Seife überzogenen

¹ Vrgl. Th. 1. 8. 480.

² Ist erzählt in Nicholson's Journ. XII, 368. XIII. 233.

Stöpfsel, welcher vermittelst eines schweren Hammers fest hineingetrieben wurde. Er hoffte, dass die entwickelte Kohlensäure den Felsen spalten würde, welches aber nicht erfolgte, und er glaubt daher, dass dieses Gas liquide geworden sey.

Alle diese Erfahrungen waren zwar vorhanden, allein sie wurden weniger beachtet oder noch für zweifelhaft gehalten, als FARADAY im Jahre 1823 nach und nach die folgenden Gasarten bei den angegebenen Temperaturen und unter dem gleichfalls bestimmten Drucke in liquide Flüssigkeiten verwandelte ¹.

Schweflichtsaures Gas bei		7°,2 C. unter		3,0 Atmosphäre		
Schwefelwasserstoffgas .			10,0 C.		17,0	•
Kohlensaures	Gas	•	0,0 C.	•	36,0	•
Stickoxyd	•	<u>.</u> .	7,2 C.	•	50,0	••
Cyanogen	• .	•	7,2 C.	•	3,7	•
Ammoniak	•	•	10,0 C.	•	6,5	• •
Salzsaures G	RS .		10,0 C.	. •	5 0,0	•
Chlor	•		15,5 C.	•	4,0	•

Auch Chloroxydul (Euchlorine) wurde im tropfbar flüssigen Zustande von ihm dargestellt, der Apparat zersprang aber und so liess sich keine Bestimmung des erforderlichen Druckes Mit Wasserstoffgas, Sauerstoffgas, Fluorboron, Fluorsilicium und Phosphorwasserstoffgas wurden gleichfalls Versuche angestellt, aber vergebens, jedoch bleibt es fraglich, ob nicht eine stärkere Compression auch diese in den tropfbarflüssigen Zustand zu versetzen vermag. FARADAY vermuthet dieses, und wollte die Versuche fortsetzen, bis jetzt aber sind keine weitere Resultate bekannt geworden. Bloss Perkins 2 soll dem Königl. Institute in London eine Abhandlung übergeben haben, worin er seine Vorrichtungen zur Erhaltung eines sehr starken Druckes bis zu 2000 Atmosphären beschreibt, und zugleich angiebt, dass es ihm gelungen sey, die atmosphärische Luft durch einen Druck von 1200 Atmosphären und auch andere Gasarten in tropfbar-flüssiger Gestalt darzustellen. dings 3 hat PERKINS seinen für so außerordentlich starke Com-

Phil. Trans. 1823. p. 160. u. 183. Vgl. Ann. Chem. et Ph. XXIV.
 396. u. 403.

² Ann. of Phil. VI. p. 66. vom Jahre 1823.

⁸ Phil. Trans. 1826, III. 541.

pressionen eigends construirten Apparata genau beschrieben, die vermittelst desselben erhaltenen Resultate über die Zusammendrückbarkeit des Wassers mitgetheilt, und hierbei zugleich angezeigt, dass es ihm auch gelungen sey, nicht bloss aus der Essigsäure Krystalle durch bloßen mechanischen Druck auszuscheiden, sondern auch Kilhvenwasserstoffgas und selbst atmosphärische Luft in tropfbare Flüssigkeiten zu verwandeln. Seiner Angabe nach soll ersteres schon bei einem Drucke von 40. Atmosphären angefangen haben, flüssig zu werden, bei 1200 Atmosphären aber gänzlich in eine tropfbare Flüssigkeit verwandelt worden seyn, bei letzterer aber fing der Zustand einer partiellen Liquefaction erst bei 500 Atmosphären an, nahm bei vermehrtem Drucke zu, und bei 1200 Atmosphären war aus derselben eine schone durchsichtige Flüssigkeit erstanden, deren Menge ungefähr den 2000sten Theil der angewandten Luft betrug, und auf der Oberfläche des sperrenden Quecksilbers zu sehen war.

So 'schätzbar es seyn würde, über die Möglichkeit einer Verwandlung der atmosphärischen Luft in eine tropfbare Flüssigkeit Gewisheit zu erhalten, und so wehrscheinlich es auch ist, dass dieselbe bei einer Verdichtung über das 800fache in diesen Zustand übergeht, so fehlt doch den hier mitgetheilten Versuchen zur völligen Beweiskraft noch gar vieles. Zuvörderst hat schon Possendonff * bemerkt, dass Perkins die von ihm beschriebenen Tropfen in seinem Apparate gar nicht sehen konnte, und sobald der Druck nachgelassen hatte, musste die tropfbare Flüssigkeit, falls sie entstanden wäre, sogleich wieder in den Zustand der Expansion übergehen. Außerdem aber lässt sich gar kein Zusammenhang in die von Perkins angegebenen Zahlen und Größenverhältnisse bringen. Dunkel ist es schon, dass das sperrende Quecksilber bei 600 Atmosphären um 1 und bei 1200 Atmosphären um 1 des Volumens der Röhre in dieser hinaufgestiegen seyn soll. Völlig räthselhaft aber muls es seyn, dass die Liquefaction bei 500 Atmosphären angefangen habe, bei 1200 (in gewisser Hinsicht) vollendet gewesen sey, und dabei die Menge der erhaltenen Flüssigkeit nur 2000 der angewandten Luft betrug. Sobald nämlich eine expansibele

¹ Vgl. Piezometer und Compressionsmaschine Th. II, 8. 224.

² Ann. LXXXV, 556.

Flüssigkeit über die Grenze ihres Expansionsvermögens hinans zusammengedrückt und verdichtet wird, kann sie nicht theilweise, sondern sie muß ganz tropfbar flüssig werden, wenigstens kann hierbei keine Steigerung von 1 zu 500 und dann zu 1200 Atmosphären statt finden. Wollte man aber annehmen, dass zuerst der eine Bestandtheil dieses Gasgemenges, etwa das Stickgas, flüssig geworden sey, so musste diese Veränderung bei einem gewissen Drucke jenen ganz treffen, und demnächst bei vermehrter Compression der andere gleichfalls nachfolgen. Die Angabe des Volumens von 1000 endlich würde voraussetzen, dals die entstandene tropfbare Flüssigkeit einen höheren Grad der Dichtigkeit erhalten hätte, als welcher dem erlittenen Drucke proportional war, und lässt sich bei mangelnden anderweitigen Erfahrungen in diesem noch dunkelen Gebiete nicht controliren. War letzteres übrigens nicht der Fall, und wollte man bloß das Stickgas als tropfbar flüssig dargestellt annehmen, so konnte die Verdichtung nur 7200 × 79 also 7620 betragen. - So lange übrigens jene Zweifel noch nicht beseitigt sind, wird der berühmte Britte dem forschenden Deutschen nicht verargen, wenn er die Sache vor der Hand noch als unausgemacht ansieht.

Als eine Einschränkung der Permanenz des gasförmigen Zustandes dient endlich die Erfahrung, dass chemisch sich verbindende Gasarten sofort in den Zustand der Festigkeit oder tropfbaren Flüssigkeit übergehen. Beispiele dieser Art sind oben verschiedene angesührt, und ich vermehre ihre Zahl hier nur durch ein einziges ganz eigentlich hierher gehöriges, nämlich dass Ammoniakgas und salzsaures Gas mit einander verbunden festes salzsaures Ammoniak geben.

B. Elasticität der Luft.

Von der großen Elasticität, oder dem Bestreben nach Expansion aller Gasarten, geben die gemeinsten und unzahlig oft vorkommenden Erscheinungen die redendsten Beweise, namentlich bei der atmosphärischen Luft, von welcher man auf die verwandten Gase zu schließen berechtigt ist. Unter die gemeinsten Experimente dieser Art gehört dasjenige, wodurch man die

¹ Im Art. Flüssigkeit. B. Nr. 2.

Anwesenheit der Luft, oder wie man zu sagen pflegt, ihre Undurchdringlichkeit nachzuweisen psiegt, nämlich, wenn man ein gewöhnliches Glas umkehrt und im Wasser untertaucht, wobei letzteres in das Glas nur wenig, und der Tiefe, bis zu welcher es eingetaucht wird, proportional eindringt, indem der Druck der unngebenden Wassersäulen die Lust zusammendrückt. sserer Vollständigkeit zeigt sich das Nämliche beim Herabsenken der Taucherglocke unter Wasser, und das Eindringen des letzteren in den innern Raum der ersteren zu einer mit der erreichten Tiefe stets zunehmenden Höhe. Aber noch außerdem zeigt sich die Flüssigkeit und Elasticität der atmosphärischen Luft oder das Flielsen derselben als Folge und unter Bedingung der-Elasticität im Processe des Athmens warmblütiger Thiere 1. Unter den älteren Geräthen der physikalischen Cabinette findet man einen Apparat, welcher diesen Process versinnlichen soll, und daher Lungenglas genannt wird, seinen lange behaupteten Platz aber nicht verdient. Das Ganze besteht nämlich aus einem kugelformigen Glase mit einer durch die enge Oeffnung eingebrachten, halb aufgeblasenen, und mit ihren oberen Randern am Rande des Glases befestigten Thierblase. Wird dieses Glas unter eine Campane auf die Luftpumpe gebracht, und abwechselnd exantlirt und die Luft wieder zugelassen, so wird die Blase in gleichem Wechsel durch die sie umgebende Luft zusammengedrückt und wieder aufgeblasen,

Es giebt außerdem der Versuche sammt der hierfür bestimmten Apparate eine Menge, welche die bei den verschiedenen Graden der Compression fortdauernde Elasticität der Luft im Allgemeinen beweisen, von denen ich indels nur die bekanntesten und wichtigsten kurz angeben werde. Wenn man die in einer Thierblase eingeschlossene Luft zusammendrückt, so wird dieselbe bei nachlassendem Drucke ihr früheres Volumen wieder erhalten. Ist die Blase nicht ganz aufgeblasen, und man bringt sie unter die Campane einer Luftpumpe, so wird sie beim Exantliren anschwellen, nach dem Wiederzulassen der äußeren Luft ihr anfängliches Volumen wieder erhalten, beim Comprimiren der Luft unter der Campane aber in einen kleineren Raum zusammengedrückt werden. Ist die Blase dünn und ganz aufgeblasen, so wird sie unter der Campane nach

¹ S. Athmen Th. 1. 8. 420.

Wegnahme der sie umgebenden Luft zerplatzen. Eben dieses wird mit sehr dünnen Glaskugeln der Fall seyn', wenn sie auf gleiche Weise unter die Campane gebracht werden. Orro v. Guz-RICKE 1 verschloß ein gläsernes Gefäls mit einem Hahne, trug es auf eine Höhe und fand nach Oeffnung des Hahns, dass Luft aus demselben strömte, nach dem Herabbringen desselben an den vorigen tieseren Ort drang dagegen Lust in dasselbe wieder ein, woraus er mit Recht folgerte, dass die Elasticität der Lust in der Höhe geringer sey als in der Tiefe, und sie daher durch ihr eigenes Gewicht zusammengedrückt werde. Vermöge dieser ihrer Elasticität und Flüssigkeit setzt sich die Luft überall ins Gleichgewicht, und ist daher in den Zimmern, so wie in allen Gefälsen, in welche sie auch nur durch die feinsten Oeffnungen Zugang hat, bei gleicher Temperatur stets von gleicher Dichtigkeit und allezeit von gleicher Elasticität als die in gleicher Höhe in der Umgebung sich befindende. Die Elasticität der Luft zeigt sich ferner bei der Verdichtung und Verdünnung derselben vermittelst der Compressions - und Luftpumpen, beim Heronsball, dem Heronsbrunnen und den Cartesianischen Teufelchen. Gemeine Hühnereier haben am stumpferen Ende einen kleinen, mit Luft erfüllten Raum. Wenn man daher am entgegengesetzten Ende ein kleines Loch macht, und das Ei auf geeignete Weise unter einer Campane der Luftpumpe über einem flachen Gefälse aufhängt und exantlirt, so drückt die sich ausdehnende Luft den Inhalt des Eies aus der Oeffnung heraus, die wieder zutretende aber vermöge ihrer Elasticität ihn wieder hinein. Außerdem will ich nur noch zwei zur Belustigung die-Fig. nende Apparate angeben, welche die wechselnde Elasticität der 150 Luft versinnlichen. Das eine besteht aus dem gläsernen Ballon A mit dem aufgeschrobenen offenen Gefälse B. In das letztere ist das Röhrchen a eingekittet, welches an beiden Enden offen unten bis nahe an den Boden des Ballons A reicht, oben bis an oder selbst über den Rand des Gefässes B. Ueber das obere Ende ist das weitere, oben verschlossene Röhrchen bc gestürzt, so dass also die Luft vermittelst des Röhrchens a und der Oeffnung bei c in beiden Gefassen frei circulirt, wenn beide leer sind. Wird aber das obere Gefäls B mit Wasser angesüllt, der Apparat unter eine Campane auf den Teller der Luftpumpe ge-

¹ Exper. nov. de vacuo spatio. Cap. 80.

bracht und abwechselnd Luft weggenommen oder zugelassen, so fliesst zuerst die Luft vermöge ihrer Elasticität aus dem Gefässe A durch das Wasser in B ab, und weil letzteres ihr den Rückgang versperrt, so füllt sich nachher abwechselnd das Gefäss A und B mit Wasser oder verdünnter Luft.

Das zweite Instrument beruhet auf gleichen Grundsätzen.Fig. Auf das mehrere Zolle hohe gläserne Gefäls A wird die 1 bis 151. 1,5 Z. weite und gleichfalls einige Zolle hohe Glasrähre B bei ef geschroben. Ein in der durch die Zeichnung angegebenen Richtung gebogenes enges, und bei a in eine sehr feine Spitze ausgezogenes Röhrchen abcd ist vermittelst einer bei ef befindlichen Fütterung so eingekittet, dals es in den Raum des Gefälses A herabgelassen, bei ef festgeschroben werden kann, und auf diese Weise einen Canal für die aus dem Gefalse A abfliessende Luft darbietet. Wird bei d etwas Quecksilber eingegossen, welches die untere Mündung des Röhrchens versperrt, und der Apparat unter eine Campane auf die Luftpumpe gebracht, um die Luft aus A wegzunehmen, nachher aber Luft von Außen zugelassen, so bildet der Druck derselben aus der feinen Spitze bei a eine Quecksilberfontaine. Dass die Wirkung der Windkessel auf ähnlichen Gesetzen beruhe, bedarf kaum einer Erwähnung 1.

Aus diesem Bestreben der Luft, vermöge ihrer Elasticität das Gleichgewicht ihrer Dichtigkeit wieder herzustellen und somit in die mit Luft von minderer Dichtigkeit erfüllten Räume einzudringen, wird dann auch ein sehr bekanntes Phänomen erklärlich, welches seines öfteren Vorkommens wegen hier erwähnt werden möge. Wenn im Winter bei wechselndem: Thauwetter und Frost die Wege, insbesondere im thonigen feeten Boden, mit einer Menge kleiner Wasserbehalter übersäet sind. so pflegen diese bei schnell eintretender Kälte mit einer Eisdecke überzogen zu werden, und dann das Wasser unter ihnen zu verschwinden, so dals ein hohler Raum daselbst zurückbleibt. welcher sich meistens bei eintretendem Thauwetter wieder mit Wasser füllt. Durch äußeren Stoß oder Druck, zuweilen auch von selbst, pflegt diese Eisdecke oft mit einem lebhaften Knalle zersprengt zu werden, welcher letztere eine Folge der in die mit verdünnter Luft erfüllten Ranme unter der Eisdecke eindrin-

¹ Vgl. Druckpumpe. Th. II. S. 684.

genden Luft ist. Durch das Erkalten der Erde wird nämlich das Volumen der Luft in tiefer liegenden Räumen verkleinert, das Wasser sinkt in diese nach, läst die Räume unter dem Eise leer, und die äuseere, nach dem Zersprengen der Eisdecke sich hineinstürzende Luft bewirkt dann das Getose 1.

Die eigenthümliche Elasticität der Luft, und somit auch der übrigen in dieser wesentlichen Eigenschaft ihr ähnlichen Gasarten, vermöge welcher sie sich zusammendrücken lassen mit zunehmender Gegenwirkung und ausdehnen mit abnehmender, welche man auch Expansion, Expansibilität genannt hat, ist hiernach also für erwiesen anzusehen; allein aus allen den zahllosen Erscheinungen, in denen diese zum Vorschein kommt, geht doch noch kein bestimmtes Gesetz über das Verhältnis hervor, welchem die Dichtigkeit und Elasticität mit dem Raume stehen, welcheh diese Körper unter veränderten Bedingungen einnehmen. Keiner unter den Physikern hat sich eifriger und anhaltender mit der Untersuchung des Verhaltens der Luft beschäftigt, als der Engländer ROBERT BOYLE, und er hat wohl ohne Zweisel zuerst das hierüber bestehende, jetzt allgemein bekannte Gesetz aufgefunden, welches von seinen Landsleuten nach ihm das Boyle'sche, von allen übrigen aber das Mariotte'sche genannt wird, wobei sich also von selbst versteht, dass jener Ausdruck streng genommen der richtigste ist.

Die Veranlassung zur genaueren Aufklärung dieses Gegenstandes gab der lange Zeit fortdauernde Streit über die beim Barometer wirksame Ursache. FRANCISCUS LINUS, Professor der Mathematik in Lüttich, konnte sich nämlich nicht überzeugen, dass das Quecksilber in der Torricelli'schen Röhre durch den äußern Druck der Lust in die Höhe gehoben würde, sondern nahm einen gewissen funiculus an, welcher hierbei das Quecksilber in die Höhe ziehen und die Erscheinungen des Saugens, der Pumpen u, s. w. bewirken sollte. Robert Boxus stellte daher schon im Jahre 1660 Versuche mit einer doppelt rechtwinklich gebogenen Röhre an, welche gewöhnlich die Mariotte'sche Röhre genannt wird, um zu zeigen, das die Elasticität der Lust wirklich das Quecksilber zu heben oder zu tragen vermöge, und widerlegte hierdurch die Hypothese des

¹ Vgl. Godart in J. d. Ph. XIV. 487.

Linus 1. Die Röhre, womit seit Boyle ähnliche Versuche oft wiederholt sind, ist eine sehr lange, heberformig zu zwei ungleichen Schenkeln gebogene Barometerröhre, deren kürzerer Schen-Fig. kel CE meistens 6Par. Z. hoch, der längere AB dagegen 7 bis 152 10 F. hoch zu seyn pflegt. BoxLE gols zuerst etwas Quecksilber in die Röhre, füllte damit den untern Raum derselben BE an, so dass das Niveau desselben in beiden Schenkeln gleich war, und also die Luft in beiden gleiche Elasticität hatte, gols dann Quecksilber im längeren Schenkel nach, bis die Säule desselben 29 engl. Zolle über dem Niveau im kürzeren Schenkel betrug, und hierdurch also bewiesen wurde, dass die Elasticität der Luft Quecksilber von der Höhe, wie die mittlere des Barometers, zu tragen vermöge. Diese und ähnliche Versuche wiederholte er sehr häufig, und dabei entdeckte RICHARD Townter, einer von seinen Schülern, dass der Raum, in welchen die eingeschlossene Luft des kürzeren Schenkels zusammengedrückt wurde, sich umgekehrt wie die Längen der Quecksilbersäule im längeren Schenkel verhielt; denn als die letztere 29 Zolle betrug, war die Luft im kürzeren Schenkel von 12 Z. auf 6 Z. zusammengepresst, und indem er den einfachen Druck der Atmosphäre zu 29 Z. Quecksilberhöhe angenommen hatte. so erzeugte das Hinzukommen einer gleichen Größe die Verminderung des Volumens auf die Hälfte. Sobald die Höhe der Onecksilbersäule im langen Schenkel vermehrt oder vermindert wurde, verminderte oder vermehrte sich diesem proportional der Raum CF.

R. Boyle vervielfaltigte nachher mit großer Behardichkeit die Methode und Zahl dieser Versuche ². Vorzüglich bediente er sich dabei eines cylindrischen Gefäses ABCD mit Quecksil-Fig. ber, senkte in dasselbe eine an beiden Seiten offene Glasröhre 153 EF so tief, daß der überstehende Theil derselben EG noch ei-

¹ Defensio de elatere et gravitate aëris advers objectiones Fraucisci Lini. Lond. 1661. Genev. 1680. 4.

² Ausführliche Beschreibung derselben findet man in seinen Werken: Robert Boyle's Works V. vol. fol. Lond. 1665. 1744. Speciell: New Experiments touching the spring of the air. Oxf. 1660. 8. Works I. 1. Continuation of Experiments. Oxf. 1669. Works. III. 1. On the rarefaction of air. Lond. 1671. Works. III. 202. Second continuation. Lond. 1681. 8. Works, IV. 96. General history of the air. Lond. 1692. 4. Works V. 105.

nen Zoll betrug, und sich in diesem also Luft von der Dichtigkeit der außeren befand, welche damals das Barometer auf 29, 75 Zoll hielt. Die obere Oeffnung wurde dann genau mit Siegellack verschlossen, und die Röhre in die Lage gebracht, welche ef bezeichnet, wobei sich die Luft bis eh ausdehnte, das Quecksilber aber bis gh gehoben wurde, woraus also deutlich hervorging, dass die eingeschlossene Lust nicht Elasticität genug habe, um auf h mit gleicher Kraft zu drücken, als auf g. welcher Unterschied durch die Quecksilberhöhe gh compensist war. Als der Raum eh zwei Zolle betrug, fand er gh=153 Z, wonach also die in den doppelten Raum ausgedehnte Luft von ihrer vorigen Elasticität 29% -- 15% = 14% übrig hatte, welches fast die Hälfte ausmacht. Als eh = 10 Z, war, betrag gh = 261 Z. und die zehnfach verdünnte Luft hatte nur noch eine Federkraft = 291 - 261 = 3, welches gleichfalls sehr nahe den zehnten Theil beträgt. Die geringen Differenzen lassen sich aus der Capillarität und einem Einflusse der Temperatur leicht erklären.

MARIOTTE hat eine Reihe ganz ähnlicher Versuche angestellt 1, und das nämliche Gesetz aufgefunden, welches daher nach ihm meistens benannt wird, auch nimmt man gewöhnlich an, dass ihm von Boule's Versuchen nichts bekannt gewesen sey. Wenn man aber den Unterschied der Zeit beider Versuchsreihen berücksichtigt, das hohe Interesse würdigt, womit damals gerade alle das Verhalten der Luft betreffende Untersuchungen aufgenommen wurden und endlich erwägt, in welcher genauen Verbindung MARIOTTE mit englischen Gelehrten stand, indem schon 1668 eine Abhandlung von ihm in die Philos. Trans. aufgenommen wurde, so scheint es mir wenigstens höchst unwahrscheinlich, obgleich es nicht unmöglich ist, dass er von ienen wichtigen Versuchen und den daraus erhaltenen Resultaten nichts gewußt haben sollte. An der Aechtheit seiner Versuche ist übrigens bei einem so gründlich gelehrten und wissenschaftlichen Physiker keinen Augenblick zu zweifeln, und es bleibt daher immer sehr schätzbar, das das aufgesundene Gesetz auch durch ihn und in noch größerer Schärfe bestätigt wurde. \

¹ Essay sur la nature de l'Air. Par. 1676. 8. Du mouvement des eaux. Part. II. disc. 2.

MARIOTTE bediente sich ganz gleicher Apparate, als welche von Boyle gebraucht worden waren, nämlich zuerst der oben beschriebenen Röhre. Bei dieser betrug der anfängliche in CE durch Quecksilber abgesperrte Raum 12 Z. Durch Zugie-152 Isen von Quecksilber wurde

$$Bf = 18; 34; 93 Zolle EF = 4; 6; 9 -$$

Hieraus ergeben sich die Höhen der Quecksilbersäule fg = Bf - EF = 14; 28; 84 Zolle, und also die Elasticität der Luft im kurzen Schenkel, indem sie außer der Quecksilbersäule fg noch den Druck einer Atmosphäre auszuhalten hatte, in Zollen der Quecksilbersäule ausgedrückt:

die Raume CE -- EF aber, welche die Luft einnahm, betrugen

$$12 - 4$$
; $12 - 6$; $12 - 9$

und die Elasticität war daher 1,5; 2; 4 mal größer, wenn sie in einen 1,5; 2; 4 mal kleineren Raum zusammengepresst wurde.

Die Verminderung der Elasticität der Luft bei vergrößertem Raume prüfte MARIOTTE vermittelst einer 40 Z. langen, am einen Ende verschlossenen Glasröhre. In diese groß er 27, 5 Z. Quecksilber, so dass also noch 12,5 Z. mit Lust von der Dichtigkeit der atmosphärischen erfüllt blieben. Hierauf verschloß er das offene Ende mit dem Finger, kehrte die Röhre um, so dass die Lust in die Höhe stieg, senkte sie in ein Gefäss mit Quecksilber 1 Z. tief ein, so dals sie noch 39 Z. aus demselben hervorragte. Nachdem die Luft in den obern Theil der Röhre gestiegen und das Quecksilber herabgesunken war, nahm letzteres 14 Z., ersteres 25 Z. der Röhre ein, also war das Quecksilber auf die halbe Höhe des Barometers gesunken und die Luft in den doppelten Raum ausgedehnt. Wenn man nun berücksichtigt, dass von der Masse der Luft oder der Gasart nichts verloren wird, wie groß oder wie klein auch der Raum ist, in welchen man ein gegebenes Volumen einschliesst, und dass demnach die Dichtigkeit derselben dem erfüllten Raume umgekehrt proportional seyn muss, so lässt sich das Boyle'sche oder Mariotte'sche Gesetz auf folgende Weise in Worten ausdrücken: die Elasticität und Dichtigkeit der Gase ist der sie zusam-

Wegnahme der sie umgebenden Luft zerplatzen. Eben dieses wird mit sehr dünnen Glaskugeln der Fall seyn, wenn sie auf gleiche Weise unter die Campane gebracht werden. OTTO V. GUE-RICKE 1 verschloß ein gläsernes Gefäls mit einem Hahne, trug es auf eine Höhe und fand nach Oeffnung des Hahns, dass Luft aus demselben strömte, nach dem Herabbringen desselben an den vorigen tieferen Ort drang dagegen Luft in dasselbe wieder ein, woraus er mit Recht folgerte, dass die Elasticität der Lust in der Höhe geringer sey als in der Tiefe, und sie daher durch ihr eigenes Gewicht zusammengedrückt werde. Vermöge dieser ihrer Elasticität und Flüssigkeit setzt sich die Luft überall ins Gleichgewicht, und ist daher in den Zimmern, so wie in allen Gefäsen, in welche sie auch nur durch die feinsten Oeffnungen Zugang hat, bei gleicher Temperatur stets von gleicher Dichtigkeit und allezeit von gleicher Elasticität als die in gleicher Höhe in der Umgebung sich befindende. Die Elasticität der Luft zeigt sich ferner bei der Verdichtung und Verdünnung derselben vermittelst der Compressions - und Luftpumpen, beim Heronsball, dem Heronsbrunnen und den Cartesianischen Teufelchen. Gemeine Hühnereier haben am stumpferen Ende einen kleinen, mit Luft erfüllten Raum. Wenn man daher am entgegengesetzten Ende ein kleines Loch macht, und das Ei auf geeignete Weise unter einer Campane der Luftpumpe über einem flachen Gefälse aufhängt und exantlirt, so drückt die sich ausdehnende Luft den Inhalt des Eies aus der Oeffnung heraus, die wieder zutretende aber vermöge ihrer Elasticität ihn wieder hinein. Außerdem will ich nur noch zwei zur Belustigung die-Fig. nende Apparate angeben, welche die wechselnde Elasticität der 150 Luft versinnlichen. Das eine besteht aus dem gläsernen Ballon A mit dem aufgeschrobenen offenen Gefälse B. In das letztere ist das Röhrchen a eingekittet, welches an beiden Enden offen unten bis nahe an den Boden des Ballons A reicht, oben bis an oder selbst über den Rand des Gefässes B. Ueber das obere Ende ist das weitere, oben verschlossene Röhrchen b c gestürzt, so dass also die Luft vermittelst des Röhrchens a und der Oeffnung bei c in beiden Gefassen frei circulirt, wenn beide leer sind. Wird aber das obere Gefäls B mit Wasser angefüllt, der Apparat unter eine Campane auf den Teller der Luftpumpe ge-

¹ Exper. nov. de vacuo spatio. Cap. 30.

bracht und abwechselnd Luft weggenommen oder zugelassen, so fliesst zuerst die Luft vermöge ihrer Elasticität aus dem Gefässe A durch das Wasser in B ab, und weil letzteres ihr den Rückgang versperrt, so füllt sich nachher abwechselnd das Gefäss A und B mit Wasser oder verdünnter Luft.

Das zweite Instrument beruhet auf gleichen Grundsätzen. Fig. Auf das mehrere Zolle hohe gläserne Gefäls A wird die 1 bis 151. 1,5 Z. weite und gleichfalls einige Zolle hohe Glasrähre B bei ef geschroben. Ein in der durch die Zeichnung angegebenen Richtung gebogenes enges, und bei a in eine sehr feine Spitze ausgezogenes Röhrchen abcd ist vermittelst einer bei ef befindlichen Fütterung so eingekittet, dass es in den Raum des Gefälses A herabgelassen, bei ef festgeschroben werden kann, und auf diese Weise einen Canal für die aus dem Gefalse A abfliesende Luft darbietet. Wird bei d etwas Quecksilber eingegossen, welches die untere Mündung des Röhrchens versperrt, und der Apparat unter eine Campane auf die Luftpumpe gebracht, um die Luft aus A wegzunehmen, nachher aber Luft von Außen zugelassen, so bildet der Druck derselben aus der feinen Spitze bei a eine Quecksilberfontaine. Dass die Wirkung der Windkessel auf ähnlichen Gesetzen beruhe, bedarf kaum einer Erwähnung 1.

Aus diesem Bestreben der Luft, vermöge ihrer Elasticität das Gleichgewicht ihrer Dichtigkeit wieder herzustellen und somit in die mit Luft von minderer Dichtigkeit erfüllten Räume einzudringen, wird dann auch ein sehr bekanntes Phänomen erklärlich, welches seines öfteren Vorkommens wegen hier erwähnt werden möge. Wenn im Winter bei wechselndem Thauwetter und Frost die Wege, insbesondere im thonigen festen Boden, mit einer Menge kleiner Wasserbehalter übersäet sind. so pflegen diese bei schnell eintretender Kalte mit einer Eisdecke überzogen zu werden, und dann das Wasser unter ihnen zu verschwinden, so dals ein hohler Raum daselbst zurückbleibt. welcher sich meistens bei eintretendem Thauwetter wieder mit Wasser füllt. Durch äußeren Stoß oder Druck, zuweilen auch von selbst, pflegt diese Eisdecke oft mit einem lebhaften Knelle zersprengt zu werden, welcher letztere eine Folge der in die mit verdünnter Luft erfüllten Räume unter der Eisdecke eindrin-

¹ Vgl. Druckpumpe. Th. II. S. 684.

genden Luft ist. Durch das Erkalten der Erde wird nämlich das Volumen der Luft in tiefer liegenden Räumen verkleinert, das Wasser sinkt in diese nach, läst die Räume unter dem Eise leer, und die äuseere, nach dem Zersprengen der Eisdecke sich hineinstürzende Luft bewirkt dann das Getöse ¹.

Die eigenthümliche Elasticität der Luft, und somit auch der übrigen in dieser wesentlichen Eigenschaft ihr ähnlichen Gasarten, vermöge welcher sie sich zusammendrücken lassen mit zunehmender Gegenwirkung und ausdehnen mit abnehmender, welche man auch Expansion, Expansibilität genannt hat, ist hiernach also für erwiesen anzusehen; allein aus allen den zahllosen Erscheinungen, in denen diese zum Vorschein kommt, geht doch noch kein bestimmtes Gesetz über das Verhältnis hervor, welchem die Dichtigkeit und Elasticität mit dem Raume stehen, welcheh diese Körper unter veränderten Bedingungen einnehmen. Keiner unter den Physikern hat sich eifriger und anhaltender mit der Untersuchung des Verhaltens der Luft beschäftigt, als der Engländer ROBERT BOYLE, und er hat wohl ohne Zweisel zuerst das hierüber bestehende, jetzt allgemein bekannte Gesetz aufgefunden, welches von seinen Landsleuten nach ihm das Boyle'sche, von allen übrigen aber das Mariotte'sche genannt wird, wobei sich also von selbst versteht, dass jener Ausdruck streng genommen der richtigste ist.

Die Veranlassung zur genaueren Aufklärung dieses Gegenstandes gab der lange Zeit fortdauernde Streit über die beim Barometer wirksame Ursache. FRANCISCUS LINUS, Professor der Mathematik in Lüttich, konnte sich nämlich nicht überzeugen, dass das Quecksilber in der Torricelli'schen Röhre durch den äußern Druck der Lust in die Höhe gehoben würde, sondern nahm einen gewissen funiculus an, welcher hierbei das Quecksilber in die Höhe ziehen und die Erscheinungen des Saugens, der Pumpen u. s. w. bewirken sollte. Robert Bottz stellte daher schon im Jahre 1660 Versuche mit einer doppelt rechtwinklich gebogenen Röhre an, welche gewöhnlich die Mariotte'sche Röhre genannt wird, um zu zeigen, das die Elasticität der Lust wirklich das Quecksilber zu heben oder zu tragen vermöge, und widerlegte hierdurch die Hypothese des

¹ Vgl. GODART in J. d. Ph. XIV. 487.

Linus 1. Die Röhre, womit seit BoxLE ähnliche Versuche oft wiederholt sind, ist eine sehr lange, heberformig zu zwei ungleichen Schenkeln gebogene Barometerröhre, deren kürzerer Schen-Fig. kel CE meistens 6Par. Z. hoch, der längere AB dagegen 7 bis 152 10 F. hoch zu seyn pflegt. BoxLE gols zuerst etwas Quecksilber in die Röhre, füllte damit den untern Raum derselben BE an, so dass das Niveau desselben in beiden Schenkeln gleich war, und also die Luft in beiden gleiche Elasticität hatte, gols dann Quecksilber im längeren Schenkel nach, bis die Säule desselben 29 engl. Zolle über dem Niveau im kurzeren Schenkel betrug, und hierdurch also bewiesen wurde, dass die Elasticität der Luft Quecksilber von der Höhe, wie die mittlere des Barometere, zu tragen vermöge. Diese und ähnliche Versuche wiederholte er sehr häufig, und dabei entdeckte RICHARD Townzex, einer von seinen Schülern, dass der Raum, in welchen die eingeschlossene Lust des kürzeren Schenkels zusammengedrückt wurde, sich umgekehrt wie die Längen der Quecksilbersäule im längeren Schenkel verhielt; denn als die letztere 29 Zolle betrug, war die Luft im kürzeren Schenkel von 12 Z. auf 6 Z. zusammengepresst, und indem er den einfachen Druck der Atmosphäre zu 29 Z. Quecksilberhöhe angenommen hatte. so erzengte das Hinzukommen einer gleichen Größe die Verminderung des Volumens auf die Hälfte. Sobald die Höhe der Quecksilbersäule im langen Schenkel vermehrt oder vermindert wurde, verminderte oder vermehrte sich diesem proportional der Raum CF.

R. Boyle vervielfaltigte nachher mit großer Beharrlichkeit die Methode und Zahl dieser Versuche ². Vorzüglich bediente er sich dabei eines cylindrischen Gefäßes ABCD mit Quecksil-Fig. ber, senkte in dasselbe eine an beiden Seiten offene Glasrohre 153 EF so tief, daß der überstehende Theil derselben EG noch ei-

¹ Defensio de elatere et gravitate aeris advers objectiones Fraucisci Lini. Lond. 1661. Genev. 1680. 4

² Ausführliche Beschreibung derselben findet man in seinen Werken: Robert Boyle's Works V. vol. fol. Lond. 1665, 1744. Speciell: New Experiments touching the spring of the air. Oxf. 1660. 8. Works I. 1. Continuation of Experiments. Oxf. 1669. Works. III. 1. On the rarefaction of air. Lond. 1671. Works. III. 202. Second continuation. Lond. 1681. 8. Works, IV. 96. General history of the air. Lond. 1692. 4. Works V. 105.

nen Zoll betrug, und sich in diesem also Luft von der Dichigkeit der äußeren befand, welche damals das Barometer auf 29, 75 Zoll hielt. Die obere Oeffnung wurde dann genau mit Siegellack verschlossen, und die Röhre in die Lage gebracht, welche ef bezeichnet, wobei sich die Luft bis eh ausdehnte, das Quecksilber aber bis gh gehoben wurde, woraus also deutlich hervorging, dass die eingeschlossene Luft nicht Elasticität genug habe, um auf h mit gleicher Kraft zu drücken, als auf g. welcher Unterschied durch die Quecksilberhöhe gh compensist war. Als der Raum eh zwei Zolle betrug, fand er gh = 152 Z, wonach also die in den doppelten Raum ausgedehnte Luft von ihrer vorigen Elasticität 29½ -- 15½ = 14½ übrig hatte, welches fast die Hälfte ausmacht. Als eh = 10 Z, war, betrug gh = 261 Z. und die zehnfach verdünnte Luft hatte nur noch eine Federkraft = 291 - 261 = 3, welches gleichfalls sehr nahe den zehnten Theil beträgt. Die geringen Differenzen lassen sich aus der Capillarität und einem Einflusse der Temperatur leicht erklären.

MARIOTTE hat eine Reihe ganz ähnlicher Versuche angestellt 1, und das nämliche Gesetz aufgefunden, welches daher nach ihm meistens benannt wird, auch nimmt man gewöhnlich an, das ihm von Boyle's Versuchen nichts bekannt gewesen sey. Wenn man aber den Unterschied der Zeit beider Versuchsreihen berücksichtigt, das hohe Interesse würdigt, womit damals gerade alle das Verhalten der Luft betreffende Untersuchungen aufgenommen wurden und endlich erwägt, in welcher genauen Verbindung MARIOTTE mit englischen Gelehrten stand, indem schon 1668 eine Abhandlung von ihm in die Philos. Trans. aufgenommen wurde, so scheint es mir wenigstens höchst unwahrscheinlich, obgleich es nicht unmöglich ist, dass er von jenen wichtigen Versuchen und den daraus erhaltenen Resultaten nichts gewusst haben sollte. An der Aechtheit seiner Versuche ist übrigens bei einem so gründlich gelehrten und wissenschaftlichen Physiker keinen Augenblick zu zweiseln, und es bleibt daher immer sehr schätzbar, das das aufgefundene Gesetz auch durch ihn und in noch größerer Schärfe bestätigt wurde. `

¹ Essay sur la nature de l'Air. Par. 1676. 8. Du mouvement des caux. Part. II. disc. 2.

Maniotte bediente sich ganz gleicher Apparate, als welche von Boxle gebraucht worden waren, nämlich zuerst der oben beschriebenen Röhre. Bei dieser betrug der anfängliche in CE durch Quecksilber abgesperrte Raum 12 Z. Durch Zugie-152 fsen von Quecksilber wurde

$$Bf = 18; 34; 93 Zolle EF = 4; 6; 9 -$$

Hieraus ergeben sich die Höhen der Quecksilbersäule fg = Bf - EF = 14; 26; 84 Zolle, und also die Elasticität der Luft im kurzen Schenkel, indem sie außer der Quecksilbersäule fg noch den Druck einer Atmosphäre auszuhalten hatte, in Zollen der Quecksilbersäule ausgedrückt:

die Räume CE --- EF aber, welche die Lust einnahm, betrugen

$$12-4$$
; $12-6$; $12-9$

und die Elasticität war daher 1,5; 2; 4 mal größer, wenn sie in einen 1,5; 2; 4 mal kleineren Raum zusammengepresst wurde.

Die Verminderung der Elasticität der Luft bei vergrößertem Raume prüfte MARIOTTE vermittelst einer 40 Z. langen, am einen Ende verschlossenen Glasrohre. In diese groß er 27, 5 Z. Quecksilber, so dals also noch 12,5 Z. mit Luft von der Dichtigkeit der atmosphärischen erfüllt blieben. Hierauf verschloß er das offene Ende mit dem Finger, kehrte die Röhre um, so dass die Lust in die Höhe stieg, senkte sie in ein Gefäss mit Quecksilber 1 Z. tief ein, so dass sie noch 39 Z. aus demselben hervorragte. Nachdem die Luft in den obern Theil der Röhre gestiegen und das Quecksilber herabgesunken war, nahm letzteres 14 Z., ersteres 25 Z. der Röhre ein, also war das Quecksilber auf die halbe Höhe des Barometers gesunken und die Luft in den doppelten Raum ausgedehnt. Wenn man nun berücksichtigt, dass von der Masse der Luft oder der Gasart nichts verloren wird, wie groß oder wie klein auch der Raum ist, in welchen man ein gegebenes Volumen einschließt, und daß demnach die Dichtigkeit derselben dem erfüllten Raume umgekehrt proportional seyn muss, so lässt sich das Boyle'sche oder Mariotts'sche Gesetz auf folgende Weise in Worten ausdrücken: die Elasticität und Dichtigkeit der Gase ist der sie zusammendrückenden Kraft directe, das Volumen oder der Raum, den sie einnehmen, dieser umgekehrt proportional. Hierbei wird jedoch vorausgesetzt, dass die Temperatur sich für die Zeit der Dauer des Versuches oder die Gültigkeit dieser Bestimmungen nicht ändert. Bezeichnen daher V und p, V' und p' die einander zugehörigen Volumina und Pressungen, so ist allgemeine V': V=p; p' woraus V'= V p/p wird, und man daher allezeit das entstehende Volumen bestimmen kann, wenn das ansängliche Volumen, die demselben zugehörige und die nene Pressung gegeben sind. Wird die schon zusammengedrückte Lust einem neuen Drucke = p' ausgesetzt, so ist auf gleiche Weise das neue Volumen

$$\frac{V''}{V} = \frac{p}{p''} \text{ also } V'' = \frac{\nabla p}{p''}, \text{ oder } \frac{V''}{V'} = \frac{p''}{p''} \text{ woraus } V'' = \frac{V'p'}{p''}.$$

Bezeichnen aber d'und d die Dichtigkeiten, die übrigen Bezeichnungen beibehalten, so ist

d': d = V: V' also d' =
$$\frac{dV}{V'}$$

d': d = p': p also d' = $\frac{dp'}{p}$.

Sollen die Versuche mit dem angegebenen Apparate wirklich angestellt werden, so muss der kürzere Schenkel der Röhre
vollständig cylindrisch seyn der sit die aliquoten Längentheile
dem Ganzen genau proportional and; bei dem längeren Schenkel kommt bloss der hydrostatische Druck in Betrachtung, und
ist daher diese Bedingung überstüssig. Allgemein aber muss
die Luft trocken seyn, wenn das Resultat genau den Formeln
entsprechen soll; denn es ist schon oben angegeben, dass die
Dämpse dem Mariotte'schen Gesetze nicht folgen 1. Stände endlich das sperrende Quecksilber beim Ansange des Versuches nicht
im gleichen Niveau, sondern angenommen bei B etwas höher
um eine Größe, welche a heißen möge, so ist klar, dass die

Bior Traité I. 118 zeigt das Verfahren, wie man die Röhre selbst für diese Versuche austrocknen kann. Die Sache ist aber jetzt als so vollkommen ausgemacht anzusehen, dass es mir überstüssig acheint, dieses Verfahren ausführlicher zu beschreiben.

im kurzen Schenkel eingeschlossene Luft außer dem gewöhnlichen atmosphärischen Drucke = p noch den der Quecksilbersäule == a auszuhalten hätte, ihr Volumen muß also kleiner seyn. Heifst dasselhe V', so ist

$$\frac{V}{V'} = \frac{p+a}{p}$$
, also $V = V'(1+\frac{a}{p})$.

Eben das Nämliche, nur mit veränderten Zeichen, würde herauskommen, wenn a verneint wäre, also das Quecksilber im längeren Schenkel um die Größe == a niedriger stände. Diese letztere Formel führt unmittelbar zur Auflösung einer in der Praxis oft vorkommenden Aufgabe, z. B. bei eudiometrischen Versuchen, die Dichtigkeit der Gasarten zu bestimmen, welche in irgend einem Gefälse befindlich durch eine Säule einer beliebigen Flüssigkeit ausgedehnt werden. Heisst nämlich ihre Dichtigkeit (ohne Rücksicht auf die Temperatur) unter dem atmosphärischen Drucke =d, die im ausgedehnten Zustande, bewirkt durch eine Säule. Flüssigkeit, welche a heißen möge = d', der Barometerstand = p, so ist $d' = d(1 - \frac{a}{p})$. Wird die Grosse a nicht am Quecksilber, sondern an irgend einer andern Flüssigkeit vom spec. Gew. = w gemessen, das des Quecksilbers = 1 gesetzt, so ist $d' = -\frac{aw}{D}$; und da die Volumina sich umgekehrt wie die Dichtigkeiten verhalten,

$$V = V'(1 - \frac{aW}{p}).$$

so ist

Soll das hierdurch gefundene Volumen auf einen bestimmten Normaldruck der Atmosphäre reducirt werden, oder wird die Messröhre so tief in das Sperr-Quecksilber eingetaucht, dass das innere und äussere Niveau nicht differirt, so findet man das einem Normalbarometerstande von 28 Par. Z. oder 0,76 Met. oder einem sonstigen Masse = P zugehörige Volumen aus dem bei einem Barometerstande = p gemessenen 1, ohne Rücksicht auf die Temperatur

$$V'' = V \frac{P}{P}$$

¹ Als Beispiel diene Folgendes. Es soll das Volumen der in einer graduirten Messröhre befindlichen Gasart bestimmt werden. Der

mit Rücksicht auf die Temperatur in t Graden C.

$$V'' = V \frac{p}{P} \left(\frac{1}{1 + t0,00375} \right)$$

Nach dem Boyle'schen Gesetze kann auch die Höhe gefunden werden, bis zu welcher das Quecksilber in einer eingetauchten Röhre gehoben wird, wenn sich in derselben Luft besindet, deren Volumen bei der Dichtigkeit der atmosphärischen gegeben ist. Heist nämlich der Raum, welchen die Luft bei einem Barometerstande = p einnimmt = V, derjenige Raum, in welchen sie durch das Herabsinken des Quecksilbers ausgedehnt wird = x und die diesem zugehörige Elasticität = p', so ist

$$\frac{\mathbf{x}}{\mathbf{V}} = \frac{\mathbf{p}}{\mathbf{p}'}$$
 also $\mathbf{p}' = \frac{\mathbf{p} \, \mathbf{V}}{\mathbf{x}}$.

Heist ferner die ganze Länge der Röhre = h, so ist der durch die verdünnte Luft erfüllte = x, der mit Quecksilber = h-x. Die Elasticität der Luft in der Röhre zur Höhe der Quecksilbersäule in derselben addirt muß dem äußeren atmosphärischen Drucke gleich seyn, also

$$h - x + p' = p$$

und für p' substituirt

$$h-x+\frac{pV}{v}=p$$

auf 0° reducirte Barometerstand sey = 330 Lin. = p, das Quecksilber in der Meſsröhre rage 33 Lin. über das äuſsere hervor, so ist V = V' $\left(1 - \frac{33}{330}\right)$ also = 0,9 V'. Ist das spec. Gewicht des Quecksilbers = 13,6 also das des Wassers = 0,0735... so ist V = V' $\left(1 - \frac{33 \times 0,0785}{530}\right) = 0,99265$ V'. Dieses geſundene Volumen auſ den Normalbarometerstand reducirt würde, dann $V'' = V \frac{330}{336} = V 0,982...$ seyn. Wären also bei jener Absperrung mit Quecksilber 4 Cub. Zolle in der Röhre gemessen, so betrügen diese $4 + 0.9 \times 0.982 = 3.53$ Cub. Zolle. Würde die Meſsröhre so tieſ in das Quecksilber getaucht, daſs das innere Niveau unter dem äuſseren stände, so lieſse sich das Volumen des eingeschlossenen Gases nach jener oberen Formel V = V' $\left(1 + \frac{a}{V}\right)$ leicht ſinden. Wären nämlich 4 Z. Gas in der Röhre gemessen, das innere Quecksilber um 33 Lin. = a hinabgedrückt, und wäre p = 330 Lin., so wäre $V = 4\left(1 + \frac{53}{830}\right) = 4.1$ Cub. Zolle.

WOTABLE

$$x = \frac{h - p + \gamma \overline{(h - p)^2 + 4 pV}}{2}$$

gefunden wird 1.

Die atmosphörische Luft und alle Gase müssen trocken seyn, wenn das Boyle'sche Gesetz auf sie Anwendung finden soll, wie schon oben erwähnt ist. An der Nichtbeachtung dieses Satzes liegt es wahrscheinlich, dass nach den Beobachtungen von Beze zu Malacca die Lust unter dem Aequator sich weniger als im umgekehrten Verhältnisse der drückenden Kraft ausbreiten soll 2, wie denn dieses auch durch zahlreiche Versuche von Bouguza unter gleichen Breiten factisch widerlegt ist 3. Ueber den Einflus der Dämpfe auf die Elasticität der Luft sind übrigens viele, sowohl ältere als neuere, Untersuchungen vorhanden. BERT 4 glaubt, die Dünste vermehrten die Elasticität der Luft deswegen, weil sie sowohl die Theilchen derselben zusammenpressten, als auch das Gewicht der oberen Luftschichten vermehrten. Um daher die Menge des Dampfes in der Luft zu finden, soll man zwei in ungleichen Höhen über einander befindliche Barometer und zwei mit ihnen verbundene Luftthermometer beobachten, um aus ihren Unterschieden auf die Menge des vorhandenen Dampfes zu schließen. Allein es bedarf wohl keines Beweises, dass dieser Weg nicht zum Zwecke führen würde. Ungleich richtiger fand Saussnus, dass die Elasticität der trocknen Lust durch das Hinzukommen von Wasserdampf um so viel vermehrt werde, als die Spannung des letzteren beträgt, und seine Bestimmungen hierüber würden völlig genau seyn, wenn er das Gesets über das Verhalten der Dämpfe rücksichtlich ihrer Elesticität und Dichtigkeit als eine Function der Temperatur vollständig gekannt hätte.

Aus dem Boyle'schen Gesetze lässt sich leicht bestimmen, wie das Volumen und die Elasticität seyn muß, wenn gegebene Vo-

¹ Vergl. Biot Traite I. 119.

² Maraldi in Mem. de Paris. 1709.

⁸ Mem. de Par. 1753.

⁴ Abhandl, der churbeierschen Akademie d. Wiss. Bd. III. Th. 2. Vergl. Karsten Lehrbeg, d. ges. Math. III. 413.

⁵ Essais sur l'hygrometrie S. 110. Eine Zunahme der Elasticität durch Dämpfe folgerte auch DE LA HIRE aus einer Reihe von Versucheu in Mém. de l'Ac. 1708.

nen Zoll betrug, und sich in diesem also Luft von der Dichtigkeit der äußeren befand, welche damals das Barometer auf 29, 75 Zoll hielt. Die obere Oeffnung wurde dann genau mit Siegellack verschlossen, und die Röhre in die Lage gebracht, welche ef bezeichnet, wobei sich die Luft bis eh ausdehnte, das Quecksilber aber bis gh gehoben wurde, woraus also deutlich hervorging, dass die eingeschlossene Luft nicht Elasticität genug habe, um auf h mit gleicher Kraft zu drücken, als auf g, welcher Unterschied durch die Quecksilberhöhe gh compensist war. Als der Raum eh zwei Zolle betrug, fand er gh=153 Z, wonach also die in den doppelten Raum ausgedehnte Luft von ihrer vorigen Elasticität 29\frac{1}{2} -- 15\frac{1}{2} = 14\frac{1}{2} \text{ \text{ubrig hatte}}, \text{ welches fast die Hälfte ausmacht. Als eh = 10 Z, war, betrug gh = 261 Z. und die zehnfach verdünnte Luft hatte nur noch eine Federkraft = 291 - 261 = 3, welches gleichfalls sehr nahe den zehnten Theil beträgt. Die geringen Differenzen lassen sich aus der Capillarität und einem Einflusse der Temperatur leicht erklären.

MARIOTTE hat eine Reihe ganz ähnlicher Versuche angestellt 1, und das nämliche Gesetz aufgefunden, welches daher nach ihm meistens benannt wird, auch nimmt man gewöhnlich an, dass ihm von Boule's Versuchen nichts bekannt gewesen sey. Wenn man aber den Unterschied der Zeit beider Versuchsreihen berücksichtigt, das hohe Interesse würdigt, womit damals gerade alle das Verhalten der Luft betreffende Untersuchungen aufgenommen wurden und endlich erwägt, in welcher genauen Verbindung MARIOTTE mit englischen Gelehrten stand. indem schon 1668 eine Abhandlung von ihm in die Philos. Trans. aufgenommen wurde, so scheint es mir wenigstens höchst unwahrscheinlich, obgleich es nicht unmöglich ist, dass er von jenen wichtigen Versuchen und den daraus erhaltenen Resultaten nichts gewisst haben sollte. An der Aechtheit seiner Versuche ist übrigens bei einem so gründlich gelehrten und wissenschaftlichen Physiker keinen Augenblick zu zweifeln, und es bleibt daher immer sehr schätzbar, das das aufgefundene Gesetz auch durch ihn und in noch größerer Schärfe bestätigt wurde. \

¹ Essay sur la nature de l'Air. Par. 1676. 8. Du mouvement des eaux. Part. II. disc. 2.

MARIOTTE bediente sich ganz gleicher Apparate, als welche von Boyle gebraucht worden waren, nämlich zuerst der oben beschriebenen Röhre. Bei dieser betrug der anfängliche in CE durch Quecksilber abgesperrte Raum 12 Z. Durch Zugie-152 Isen von Quecksilber wurde

$$Bf = 18; 34; 93 Zolle EF = 4; 6; 9 -$$

Hieraus ergeben sich die Höhen der Quecksilbersäule fg = Bf - EF = 14; 28; 84 Zolle, und also die Elasticität der Luft im kurzen Schenkel, indem sie außer der Quecksilbersäule fg noch den Druck einer Atmosphäre auszuhalten hatte, in Zollen der Quecksilbersäule ausgedrückt:

die Raume CE - EF aber, welche die Luft einnahm, betrugen

$$12-4$$
; $12-6$; $12-9$

und die Elasticität war daher 1,5; 2; 4 mal größer, wenn sie in einen 1,5; 2; 4 mal kleineren Raum zusammengepresst wurde.

Die Verminderung der Elasticität der Luft bei vergrößertem Raume prüfte MARIOTTE vermittelst einer 40 Z. langen, am einen Ende verschlossenen Glasrohre. In diese groß er 27, 5 Z. Quecksilber, so dass also noch 12,5 Z. mit Luft von der Dichtigkeit der atmosphärischen erfüllt blieben. Hierauf verschloß er das offene Ende mit dem Finger, kehrte die Röhre um, so dass die Lust in die Höhe stieg, senkte sie in ein Gesals mit Quecksilber 1 Z. tief ein, so dals sie noch 39 Z. aus demselben hervorragte. Nachdem die Luft in den obern Theil der Röhre gestiegen und das Quecksilber herabgesunken war, nahm letzteres 14 Z., ersteres 25 Z. der Röhre ein, also war das Queoksilber auf die halbe Höhe des Barometers gesunken und die Luft in den doppelten Raum ausgedehnt. Wenn man nun berücksichtigt, dass von der Masse der Luft oder der Gasart nichts verloren wird, wie groß oder wie klein auch der Raum ist, in welchen man ein gegebenes Volumen einschließt, und dass demnach die Dichtigkeit derselben dem erfüllten Raume umgekehrt proportional seyn muss, so lässt sich das Boyle'sche oder Mariotte'sche Gesetz auf folgende Weise in Worten ausdrücken: die Elasticität und Dichtigkeit der Gase ist der sie zusamtersuchungen hierüber namhaft zu machen. Amontons 1 unter andern befolgte die Methode seiner Vorgänger; einige englische Gelehrte 2 senkten gläserne Gefässe unter Wasser, und malsen, wie stark die Luft durch die ungleich hohen Wassersäulen zasammengedrückt wurde, und s'GRAVESABDE 3 beschreibt einen sinnreich construirten Apparat, womit sowohl die Zusammendrückung als auch die Ausdehnung der atmosphärischen Luft bewerkstelligt und eine Messung der hierdurch veränderten Räume angestellt werden kann. Auch FONTANA, SHUCKBURG und Roy haben die Versuche widerholt4. Aus allen Versuchen ergab sich indels klar, dass unter gehörigen Umständen das ausgestellte Gesetz vollkommen richtig sey. Bei einer solchen ganz allgemein aufgestellten Behauptung konnte aber die nothwendig sich aufdringende Frage nicht unerörtert bleiben, ob dieses Gesetz in ganzer geometrischen Strenge allgemein und absolut gültig sey. Wäre dieses wirklich der Fall, so müsste die Luft bis zu einer Dichtigkeit zusammengedrückt werden können, welche die aller übrigen Körper weit übertrafe, und auf der andern Seite milste ein verschwindend kleiner Theil Gas von der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft bei mittlerem Barometerstande in jeden willkürlich großen Raum ausgedehnt werden, und diesen überall gleichmäßig erfüllen können. Die Unmöglichkeit der letzteren Folgerung leuchtet zwar nicht unmittelbar ein, da die Dehnbarkeit und feine Vertheilung mancher Körper schon fast über die Grenzen des deutlich Vorstellbaren hinausgeht, dagegen wurden die ins Unendliche gehende Zusammendriickung der

wird ihre Elasticität verschieden seyn, und heifst dann die specifische oder relative. Hieraus folgt aber von selbst, dass die letztere erhalten wird, wenn man das als Einheit angenommene, die Dichtigkeit bezeichnende spec. Gewicht der atmosphärischen Lust durch das spec. Gewicht der zu bestimmenden Gasart dividirt, beide unter gleichen Drucke und bei gleicher Temperatur genommen. Indem auf diese Weise die specif Elasticitäten der Gase aus ihren spec. Gewicht leicht gefunden werden können, und ohnehin nicht von bedeutendem Eisflusse auf sonstige Bestimmungen sind, so übergehe ich, sie einzels auzugeben, und verweise desswegen auf Gewicht, specifisches.

¹ Mém. de Paris. 1705.

² Phil. Tr. Nr. 73. Vgl. Leipzig. Samml. I. 171.

⁸ Phys. Elem. II. 579.

⁴ Robison System cet. III. 684.

Gasarten schon früh Zweifel erhoben. Man sagte nämlich¹, eine größere Verdichtung der Luft sey unmöglich, als eine solche, bei welcher die Theile derselben in unmittelbare Berührung kämen; ein Argument, welches zwar neuerdings durch die Anhänger der dynamischen Theorie als streng atomistisch geradezu verworfen ist, sich aber bei genauer Prüfung nicht so leicht von der Hand weisen läst. Seitdem nämlich nach den oben mitgetheilten Erfahrungen verschiedene Gasarten durch mechanische Zusammendrückung in tropfbare Flüssigkeiten verwandelt sind, in Gemässheit einer allgemein angenommenen Theilbarkeit der Körper hierbei aber ihre Theile nothwendig einander näher gebracht werden müssen, so lässt sich ohne Wortstreit ein solcher Zustand der Gasarten nicht in Abrede stellen, in welchem ihre ·Theile einander so nahe gebracht werden, dass der Zustand der Gasform nicht weiter statt finden kann. Nimmt man hinzu, dass so viele Körper, nementlich die Metalle, durch Vermehrung der Wärme ausgedehnt werden, hierdurch aus dem Zustande der Festigkeit in den der tropfbaren und dann der expansibelen Flüssigkeit übergehen, dass aber hierbei ein verschiedener Abstand ihrer Theile von einander statt finden mus, weil doch offenbar z. B. bei einer durch Warme ausgedehnten Metallstange die beiden verschwindend dunnen Endslächen in einen weiteren Abstand von einander kommen, als worin sie vorher waren, dieses aber bei jeder Verkurzung der Stange durch Abschneiden eines Theiles, also allgemein, und endlich auch bei jeder Form der Körper gültig ist, so muss auch rückwärts schulgerecht der Schlus gestattet seyn, dass die Theile aller Körper einander genähert werden können, wie auch immer die Aggregatform derselben seyn mag, ohne Ausnahme des elastischsliissigen. Selbst die unmittelbare Berührung der Theile könnte man retten. Denn obgleich die Anhänger der dynamischen Naturlehre die Theile der Körper unendlich klein nennen, so kann zwar, wenn dieses zugegeben wird, die Größe der Theile nicht bestimmt werden, allein es müssen doch allezeit Theile seyn, die Prädicate des Begriffes von Theilen müssen auf sie Anwendung leiden, mithin auch der der Beweglichkeit und Näherung, woraus bei stets kleineren und zuletzt verschwindenden Abständen endlich

¹ S. JAC. BERNOULLI de gravitate aetheris. Amst. 1683. p. 69. Musschenbroek Introd. T. H. S. 2107.

die unmittelbare Berührung von selbst folgt. Dieser Argumentation könnte nur dadurch begegnet werden, wenn bewiesen würde, die Gasarten ließen sich nicht theilen, wie andere Körper; und das, was von den Theilen der letzteren nothwendig zugestanden werden muls, lasse sich auf jene nicht gleichfalls anwenden. Insofern indels wahrscheinlich alle, und zuverlässig einige Gasarten durch mechanische Compression in tropfbare Flüssigkeiten, die festen Körper aber durch Wärme in tropfbare Flüssigkeiten und in Dämpfe verwandelt werden, welche den Gasarten dem Wesen nach gleich sind, mithin kein wesentlicher Unterschied zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Körpern besteht, kann eine solche Argumentation überall nicht stattfinden. So wie jetzt also die Sachen stehen, kann nur davon die Rede seyn, ob das Boyle'sche Gesetz in Beziehung auf eine unendliche Zusammendrückung noch von den wenigen Gesarten gelte, welche durch starken Druck noch nicht in tropfbare Flüssigkeiten verwandelt sind, in Beziehung auf Ausdehnung aber allgemeine Gültigkeit habe.

Soll die Aufgabe vollständig erörtert werden, so zerfällt die Abtheilung derselben, nämlich über das Verhalten der Gasarten bei der Zusammendrückung wieder in zwei Fragen, nämlich zuerst, ob das Boyle'sche Gesetz bei stärkeren Compressionen strenge genommen durch die Erfahrung bestätigt werde, und zweitens, ob bei sehr starker Zusammendrückung einige Gasarten wenigstens ihren Aggregatzustand nicht ändern, und auch dann noch dieses Gesetz vollständig oder nahe genau seine Richtigkeit bewähre. Die erstere Frage pflegt man allgemein mit Ja zu beantworten, indem es als ausgemachte Wahrheit gilt, daß die Elasticität der Luft ihrer Dichtigkeit direct proportinal ist, so weit die gewöhnlichen Gefäßseihren Druck auszuhalten vermögen; allein es giebt wenigstens zwei Reihen von Versuchen, welche das Gegentheil folgern lassen. Zuerst hat Sulzen 1 viele Versuche angestellt, wovon ich hier nur einige wenige zur Ueber-

¹ Mem. de Berlin. T. IX. l'an 1753. p. 116. Ich erwähne hier nur diese beiden, weil rücksichtlich anderer, namentlich der durch Fortana angestellten (S. Opuscules. Par. 1784. p. 112. Vergl. Lichtenb. Mag. II. 165.) unlängst durch Gilbert nachgewiesen ist, duß die Abweichungen vom Mariotte'schen Gesetze sich aus dem Feuchtigkeitszustande der angewandten Gasarten erklären lassen. S. dessen Ann. XV. 67.

sicht mittheile, indem in nachfolgender Tabelle d die Dichtigkeit und e die ihr zugehörige Elasticität bezeichnen.

Erste Reihe		Zweite Reihe		Dritte Reihe	
d	•	d	. •	d	•
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2,000	1,958	2,000	1,964	2,000	1,900
3,143	2,936	3,143	3,078	3,000	2,793
4,000	3,706	4,444	4,320	4,000	3,631
5,500	4,922	5,500	5,096	6,000	5,297
5,882	5,522	7,333	6,694	8,000	6,835

Wegen der hier erscheinenden bedeutenden Abweichungen der Resultate von dem Boyle'schen Gesetze glaubte Rouison 2 die Sache durch neue sorgfäktige Versuche prüfen zu müssen, wobei er vorzüglich Sorge trug, recht trockne Luft zu erhälten, zugleich aber auch das Verhalten der feuchten Luft und der mit Kampferdampf gemischten untersuchte. Bei letzterer war die bweichung vom genannten Gesetz geringer als bei ganz trockner Luft, wie folgende Uebersicht zeigt:

Trockne Luft		Feuchte Luft		Kampferdampf-Luft	
ď	. е '	d-	e	l à	- e
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2,000	1,957	2,000	1,920	2,000	1,909
3,000	2,848	3,000	2,839	3,000	2,845
4.000	3,737	4,000	3,726	4,000	3.718
5,500	4,930	5,500	5,000	5,500	5,104
6,000	5,342	6,000	5,452	6,000	5,463
7,620	6,490	7,620	6,775	7,620	6.812
4	•		,	8,000	6,835

Gegen die Art, wie diese Versuche angestellt sind, eben wie gegen die Genauigkeit und Glaubwürdigkeit des Beobachters, läßt sich nicht wohl etwas einwenden, und die Sache verdient daher allerdings die Ausmerksamkeit der Physiker, und zwar um so mehr, als bei sonstigen starken Zusammendrückungen nicht sowohl die strenge Richtigkeit des angegebenen Gesetzes, als vielmehr nur die Frage, ob die Lust überhaupt eine zunehmende Elasticität und ihre Aggregatform beibehalt, untersucht zu werden psiegt. Indess will Winkler das Gesetz bei Sfacher Verdichtung noch bestätigt gesunden haben. Botze verdich-

¹ System of Mech. Philos. III. 637.

² Untersuchungen der Natur und Kunst, Leipz. 1765. II. S. 98,

tete sie bis zum 13fachen, 'Hales in einer Bombe durch Eintreiben eines Zapfens in dieselbe 38mal, und seitdem hat man für gleich starke und noch stärkere Compressionen der Gase und hauptsächlich der Dämpfe die Elasticität der atmosphärischen Lust nach dem Mariotte'schen Gesetze stets als Normalmals angenommen, ohne dass eine merkliche Abweichung von demselben beobachtet wurde. Der bekannte Versuch von Hales aber, die Lust in einer Bombe durch die Ausdehnung des gestierenden Wassers zu comprimiren, wobei er eine 1838sache Verdichtung erhalten haben will, ist ganz unzulässig, weil er die Stärke des angewandten Druckes aus der Elasticität der Lust berechnet, welche eben erst gemessen werden soll, und ausserdem würde aus diesem Versuche nach Richmann bei genauer Berechnung eine 2871sache Verdichtung der Lust folgen, wonach sie also über dreimal so dicht als das Wasser geworden wäre.

Dass über die Compression der Lust aus diesem Versuche nichts gesolgert werden könne, ergiebt sich noch außerdem aus dem Versuche, welchen Richmann und Kratzenstein anstellten 3, indem sie eine Röhre mit Lust durch rothgesärbten Terpentin gesperrt, in eine Bombe mit Wasser einschlossen, welche bei — 9,4 C. durch das Eis zersprang, ohne das eine Zusammendrückung der Lust hierbei merkbar war, offenbar weil das Eis die Röhre zu frühe verschlossen hatte. Durch blose Compression im Wasser in der Bombe, ohne Gestrierung, brachten sie indess eine 300sache Zusammendrückung derselben hervor, ohne dass sie von ihrer Elasticität etwas verlor. Ob jedoch das Mariotte'sche Gesetz bis zu dieser Compression gültig sey, konnte bei dem angewandten Versahren nicht bestimmt werden.

Es ist somit dankenswerth, das Oerstedt in Verbindung mit Swerden die Frage durch mehrere Reihen genauer Versuche in einem weiten Umsange prüste 4, und hierbei einen Apparat anwandte, bei welchem zwei wesentliche Hindernisse der Boyle'schen Röhre wegfallen, nämlich zuerst die bei starker Compression unvermeidliche Ausdehnung des elastischen Glases nebst der Gefahr des Zerspringens, und zweitens die zu starke

¹ Statique des Vegéteaux. Trad. de l'Anglois par Buffon. Par. 1735. 8. p. 389.

² Nov. Com. Pet. I. 280.

⁸ Nov. Com. Pet. II. 163.

⁴ Edinburgh Journal of Science, VIII. 224.

Reibung und Capillarität bei sehr engen Röhren. Der gebrauchte Apparat besteht im verticalen Durchschnitte dargestellt aus einem starken Gascylinder ABCD mit einem messingnen Deckel AC. Fig. In diesem steht zwischen einem eisernen Rahmen Imno eine 154. genau calibrirte Glasrohre EF auf einem eisernen Gefälse mit ein wenig Quecksilber, welches die untere Oeffnung der Glasrohre verschließt; die obere Grenze des im Cylinder und in der Röhre befindlichen Quecksilbers ist durch IK bezeichnet, GH ist ein Theil einer starken in ii eingekitteten und mit dieser Fassung in den Cylinderdeckel geschrobenen Glasröhre, welche im Ganzen aus mehreren 7 F. langen und vermittelst eiserner Schrauben zusammengefügten Theilen besteht und durch die hölzerne Stange TSR dine Stütze erhält. Sie ist dazu bestimmt, durch hineingegossenes Quecksilber einen sehr starken Druck gegen die Luft in der Röhre EF und gleichmässig gegen das dieselbe umgebende Wasser hervorzubringen. Im oberen Deckel befindet sich bei p eine Schraube, welche geöffnet und dann der Cylinder, mit Wasser gefüllt wird. Der Brauchbarkeit des Apparates stand bloss entgegen, dass die vielen Schrauben für einen so hohen Druck nicht gehörig schlossen, weswegen die Messungen nur bei einem Versuche bis auf 8 Atmosphären getrieben werden konnten. Folgendes sind die Resultate

ď	<u>-</u> e ∣	Unters.	Unterschiede: e
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000
1,0052	1,1051	+0,0001	+0,0001
1,1676	1,1693	0,0017	0,0015
1,2736	1,2706	+0,0030	十0,0024
1,4744	1,4694	+0,0050	+ 0,0035
1,5870	1,5810	+ 0,0060	+0,0040
1,8120	1,8060	+0,0060	+0,0030
2,1120	2,0790	+0,0330	+0,0160
2,5290	2,5200	+0,0090	+0,0040
3,1680	3,1470	+0.0210	+0,0070
3 ,6160	3,5990	+0,0170	+ 0,0050
4,2090	4,1850	+0,0240	+0,0060
5,0570	5,0100	+0,0470	+0,0090
5,6030	5,5720	+0,0310	+ 0,0050
6,2880	6,2870	+0,0010	+0,0000
8,1750	7,0820	+ 0,0930	+0,0130
8,0300	8,0140	+0,0160	+0,0020

Indem bei diesen Versuchen die Unterschiede bis auf einen nach stets positiv sind, so könnte man sie als gegen das Boyle'sche Gesetz entscheidend ansehen; allein die zur wenig von einer IV. Bd.

Uuu

constanten abweichende Größe derselben deutet vielmehr auf irgend einen constanten Fehler.

Außer dieser Reihe von Versuchen machten die Beobachter noch einige mit Luftbehältern von Windbüchsen. Von diesen wurde zuerst ihr Inhalt bestimmt, dann füllte man sie mit verdichteter Luft, fand durch hydrostatische Wägung die Ausdehnung des Metalles durch einfache Wägung die Quantität der eingeschlossenen Luft, und die Kraft endlich, welche erfordert wurde, das Ventil aufzudrücken, durch einen mit Gewichten belasteten Hebel gemessen, gab die Elasticität. rimentatoren gestehen indels selbst, dass vermittelst dieser Methode keine sehr hohe Genauigkeit zu erlangen sey, welches um so richtiger ist, wenn man berücksichtigt, dass sür die stärksten Compressionen ein Ventil mit Leder angewandt werden musste, da die mit stählerner aufgeschliffener Fläche nicht fest genug schlossen. Inzwischen wurde die Verdichtung der Luft von 1,122 bis 66,254 untersucht, die der atmosphärischen bei mittlerem Barometerstande als Einheit angenommen, und auch hierbei zeigten sich die Elasticitäten den Dichtigkeiten direct proportional, wenn man die unvermeidlichen Beobachtungsfehler gegenseitig ausgleicht. Hiernach ist man also berechtigt, das Boyle'sche Gesetz innerhalb der Grenze melsbarer Zusammendrückungen für absolut gültig anzuerkennen und die durch Robison gefundene Abweichung ist vermuthlich eine Folge der Elasticität des Glases. Darf man auf Analogieen einen Schluss gründen, so ist dasselbe so weit gültig, bis die Gase derjenigen Dichtigkeit nahe kommen, bei welcher sie ihren Aggregatzustand zu ändern anfangen.

Die genannten Experimentatoren verglichen nämlich nachher das Verhalten der atmosphärischen Luft und des schweslichtsauren Gases. Sie nahmen zu diesem Ende einen starken gläßig sernen Cylinder AAAA, mit einem oberhalb darauf befestigten messingnen Cylinder BBBB, in welchem der Embolus C vermittelst der Schraube D herabgedrückt werden kans. In dem eisernen Gesasse FF stehen die beiden gleichen und gleichmäsig getheilten Röhren EE, EE, welche durch die Glasstreisen GG, GG in lothrechter Stellung erhalten werden. Der Cylinder wird dann bis HH mit Quecksilber gesüllt, und in dieses werden die mit Luft und dem zu vergleichenden Gase gesüllten Röhren gesenkt, der ganze Cylinder aber, sowohl der gläserne als

auch der messingne mit Wasser, welches durch den Embolus herabgedrückt das Quecksilber in die Röhren treibt, und die beiden expansibelen Flüssigkeiten comprimirt. Auf diese Weise erhielten die Experimentoren folgende Werthe bei 21°,25 C.

•	•	V
Schwefels. Gas	Atmosph. Luft	Unterschiede
1	1	0,0000
1,2302	1,2297	0,0005
1,4396	1,4403	0,0007
1,6228	1,6228	0,0000
1,8542	2,8539	0,0003
2,0310	1,0307	0,0003
2,2475	2,2747	0,0001
2,2879	2,2874	0,0005
2,3356	2,3289	0,0067
2,3835	2,3720	0,0115
2,4798	2,4619	0,0169
2,5831	2,5610	0,0221
2,6488	2,6171	0,0317
2,7595	2,7240	0,0355
2,8207	2,7819	0,0388
2,9556	2,9056	0,0499
3,0240	2,9717	0,0523
3,1733	3,1130	0,0603
3,3186	3,1889	0,1297
	-	

Man sieht aus den hier im Auszuge mitgetheilten Werthen deutlich, dass die Elasticität des schweslichsauren Gases bei den Compressionen unter 2,25 Atmosphären der Dichtigkeit desselben proportional ist, von da an aber nimmt die Dichtigkeit schnell zu und wächst in zunehmender Progression. Bei 3,2689 wollen die Beobachter die Flüssigwerdung des Gases bemerkt haben, welche wahrscheinlich schon früher angesangen hatte, jedoch waren die ersten Niederschläge ohne Zweisel an der Oberstäche der Röhre und des Quecksilbers niedergeschlagen.

Aehnliche Resultate erhielt DESPRETZ ¹ mit einem unvollkommenen Apparate, und er ist deswegen jetzt damit beschäftigt, die Versuche vermittelst eines zweckmäßiger construirten in größerem Umfange fortzusetzen. Im Allgemeinen fand er indes schon aus den bisher angestellten, dass alle von ihm angewandte Gasarten, mit Ausnahme des Wasserstoffgases bei gleichem vermehrten Drucke ein kleineres Volumen haben, als atmosphärische Luft, und das der Unterschied der Volumi-

¹ Ann. Ch. P. XXXIV. 335, u. 443,

num beidet nicht bloß bei vermehrtem Drucke znnimmt, sondern auch so viel größer ist, je leichter die Gasarten durch mechanischen Druck die tropfbarslüssige Gestalt annehmen. Bloß das Wasserstoffgas verhielt sich bis zu 15 Atmosphären Druck mit der atmosphärischen Luft sehr nahe gleichmäßig, jedoch vermuthet Desparez, dass auch die letztere unter sehr hohem Drucke sich vom Mariotte'schen Gesetze 'abweichend zeigen werde. Als Beispiel, wie bald eine Verschiedenheit der Dichtigkeiten bei gleichmäßig vermehrtem Drucke eintritt, dient solgende Uebersicht:

Luft 1,000	Ammoniakgas	1,000
1,819		1,850
2,582		2,663
3,863		4,132

Theoretische Untersuchungen über die Frage, ob die Zusammendrückung der Gasarten eine gewisse Grenze nicht überschreiten könne, sind von vielen angestellt. Als die wichtigsten mögen die von d'Alembert, L. Euler und J. T. Mayer genannt werden. Im Allgemeinen laufen diese insgesammt darauf hinaus, dass das Boyle'sche Gesetz nach anerkannten physikalischen Principien nur bis zu einer gewissen Grenze gültig seyn kann. Insofetn aber diese letztere namentlich hinsichtlich der Zusammendrückung nur durch die Erfahrung bei den verschiedenen Gasarten gefunden werden kann, scheint es mir überflüssig, den Inhalt jener Untersuchungen hier weiter zu verfolgen.

Endlich verdient es nur kurz erwähnt zu werden, dass die Elasticität der in Gesässe eingeschlossenen Lust, mag dieselbe größer oder geringer seyn, durch die Zeit keine Veränderung erleidet, wenn sie nicht mit Körpern in Berührung ist, welche chemisch auf sie einwirken. Die Nothwendigkeit hiervon leuchtet wohl von selbst ein, denn die Elasticität gehört zum Wesen der Gasarten, und kann also auf keine Weise aufhören, so lange diese Substanzen unverändert dieselben bleiben. Indes hat man sich bemühet, die Sache durch die Ersahrung zu prüfen, welches we-

¹ Traité des Fluides L. I. chap. 6.

² Comm. Pet. II. Robins Artill. p. 85. 95.

³ Diese gehaltreiche Abhandlung wird in dem nächsten, noch nicht völlig gedruckten, Bande der Götting'schen Commentarien erscheinen, und ist vorläufig nur aus einer Anzeige in den Gött. gel. Anz. Jahrg. 1822 bekannt.

gen des genauen Schließens der Apparate stets eine schwierige Aufgabe ist. Roberval will jedoch die Elasticität der Luft in einer geladenen Windbüchse 16 Jahre lang unverändert gefunden haben; Hawksber dagegen verstopfte einen Heronsbrunnen, als er eben aufgehört hatte zu springen und fand beim nachherigen Eröffnen, dass noch etwas Wasser herauslief, woraus er schloß, dass die Lust durch Compression ihre Elasticität zum Theil verliere, und sie nachher wieder erhalte. Um diese Behanptung zu widerlegen, comprimitte Musschenbrungen in einer Boyle'schen Röhre durch Quecksilber, schmolz den längern Schenkel oben zu, und fand während sünf Jahren die Elasticität unverändert. Neuere Versuche dieser Art sind gewiss in Menge angestellt, man hat es aber nicht der Mühe werth gehalten, sie bekannt zu machen, weil die Sache selbet keinem Zweisel unterliegen kann.

Dals es also schwierig say, die Frage bestimmt zu beantworten, welche Veränderungen die Gasarten durch sehr hohe Grade der Compression erleiden würden, und bis zu welcher Grenze bei einer jeden derselben das Mariotte'sche Gesetz gültig sey, ergiebt sich aus den bisherigen Betrachtungen genügend; allein noch ungleich schwieriger, wo nicht unmöglich, ist es zu bestimmen, bis wie weit dasselbe hinsichtlich der Expansion der Gasarten reiche. Jenes lässt sich durch Versuche bis zu einer weit hinausgehenden Grenze prüsen, wobei ohne Zweisel viele schon bekannte und mehrere noch nicht berücksichtigte Schwierigkeiten zum Vorschein kommen können, dieses aber scheint bis jetzt noch durch gar keine Versuche der genauen Ausmittelung fähig, weil die Messung der geringsten Aeulserungen der Elasticität allem Anschein nach unter die unmöglichen Aufgaben gehört. Die Verdünnungen der Luft vermittelst der Luftpumpe lassen sich kaum bis zur tausendfachen treiben, und erreichte man das Doppelte hiervon, so würde die Differenz der Quecksilberhöhen von 0,15 Lin. bei dem unvermeidlichen Einflusse der Capillarität schon keine genaue Messung mehr zulassen. 'Auf was für eine andere Weise aber irgend eine Messung angestellt werden könnte, ist für jetzt nach unbekannt. desswegen auch noch nicht klar, auf welche Weise Musschen-

¹ Introd. II. §. 2161.

BROEK 1 eine viertausendfache Ausdehnung der Luft gemessen haben will, noch unglaublicher muss es aber erscheinen, wenn BOYLE 2 eine 8000, dann eine 10,000 und endlich gar eine 13,679 fache Verdünnung beobachtet zu haben vorgiebt. Die geringste messbare Dichtigkeit der atmosphärischen Lust, welche noch Gegenstand des Messens bleibt, wird ohne Zweisel in unserer Atmosphäre selbst angetroffen; denn wenn man mit gro-Iser Wahrscheinlichkeit annimmt, dass in dieser das Boyle'sche Gesetz wenigstens bis zu einer gewissen Grenze Anwendung findet, und mit DE LAMBRE 3 den äußersten Schein des Dammerungslichtes in eine Höhe von nahe 10 geographischen Meilen setzt, so beträgt die Dichtigkeit der Luft daselbst nicht mehr als 0,'11 0156 derjenigen an der Oberfläche der Erde 4, und würde das Quecksilber nur 0,05 Lin. zu heben vermögen, also bis zu einer Höhe, welche sich in der Capillarität verlieren miisste, wenn man sie vermittelst eines Quecksilberbarometers messen wollte. Es ergiebt sich also hieraus und auf gleiche Weise aus den bekannten Thatsachen über die außerordentliche Theilbarkeit der Körper, dass auf dem Wege der Erfahrung die Grenze unmöglich gefunden werden kann, bis zu welcher die Ausdehnung der Gasarten reicht, wenn es gleich auf einen Widerspruch in den Begriffen führt, das Mariotte'sche Gesetz in dieser Beziehung für absolut gültig und diesem nach die Gasarten als expansibel bis ins Unendliche anzusehen; denn da zwischen dem geometrisch unendlich Kleinen und dem Nichts kein Unterschied ist, so mülsten die Gasarten hiernach streng genommen, aus dem Etwas durch Expansion in das Nichts und aus diesem wieder durch Compression in das Etwas übergehen können, welches offenbar einen Widerspruch in sich schließt. Wir konnen also bloss sagen, dass die Gasarten sich physisch bis ins Unendliche. d. h. weiter expandiren lassen, . als physische Messung, Wahrnehmung und Bestimmung reicht. Innerhalb der Grenze der Beobachtungen ist dann auch nach den schon angegebenen Versuchen und denen, welche durch DE Lüc, Roy, TREMBLEY,

^{, 1} Introd. f. 2163.

² Encyclop. meth. I. 120. Hutton Dict. I. 52.

³ Astronomie théorique et pratique. III. 887.

^{4. 8.} Atmosphäre. I. 451.

Smuckburgs u. a. angestellt sind 1, das Boyle'sche Gesetz für expandirte Lust stets bestätigt gefunden. Vor nicht langer Zeit hat übrigens Wollaston 2 auf die Erfahrung einen sinnreichen Schluss gegründet, wonach er die unbegrenzte Anwendberkeit jenes Gesetzes verwirft. Aus demselben würde nämlich folgen, dass die Atmosphäre unserer Erde unbegrenzt wäre; denn da der Druck derselben mit der Höhe abnimmt, und dieser Abnahme proportional die Ausdehnung wächst, so ist keine Grenze derselben denkbar, sie würde also nicht bloss bis an den Mond, sondern auch bis zur Sonne und den übrigen Planeten reichen. letztere würden demnach der Stärke ihrer Anziehung proportional von dieser Atmosphäre sich aneignen, und es mülste daher namentlich um den Jupiter eine weit dichtere Atmosphäre vorhanden seyn, als um unsere Erde, weil seine Anziehung ungleich beträchtlicher ist. In diesem Falle aber würden die Trabanten desselben wegen der lichtbrechenden Kraft seiner Atmosphäre nicht hinter ihm verschwinden können, wenn letztere nur eine gleiche Dichtigkeit hätte, als die unserer Erde, und das Unsichtbarwerden jener Trabanten hinter dem Jupiter zeigt daher deutlich, dass die von ersteren ausgehenden Lichtstrahlen nicht in einer Atmosphäre des letzteren gebrochen werden, diese also auch nicht, wenigstens nicht von der Art, wie die unsrige, vorhanden seyn kann. Diese Folgerung weiter auch auf die Atmosphären der übrigen Himmelskörper auszudehnen, und hiernach also anzunehmen, dass sie sich sämmtlich unter einander mischen mülsten, ist unzulässig, weil das Mariotte'sche Gesetz nach der Erfahrung nur von den Gasarten unserer Erde gilt,

Endlich muss hier auch noch eine Reihe von Versuchen erwähnt werden, auf welche Döbeneunen durch eine zusällige Beobachtung gesührt wurde. In mehreren, absichtlich delswegen angestellten Versuchen fand dieser eifrige Naturforscher namlich, dass Wasserstoffgas durch sehr seine Risse in den sperrenden Campanen drang, welche dem Auge kaum bemerklich waren, andern Gasarten aber, namentlich dem Sauerstoffgas, Stickgas und seiner Verbindung als atmosphärische Luft den Durch-

¹ S. Robison a. a. O. III. 641.

² Phil. Trans. 1822. I. 89.

gang versperrten ¹. Noch hat niemand diese Thatsache zu erklären vermocht, ohne auf die Folgerung geführt zu werden, dass die constituirenden Elemente der Gasarten eine verschiedene Größe haben. Ist dieses zugestanden, wofür noch andere Thatsachen entscheiden, so müssen alle Elemente auf allen Fall einige Größe haben, und die Behauptung einer unendlichen Ausdehnung verliert allen Sinn, weil sie ein endlich großes unendlich klein nennen, oder einen unendlichen Abstand der constituirenden Bestandtheile der Gasarten von einander annehmen müßte.

C. Wesen der Gasform.

Bei weitem der schwigrigste Theil der Untersuchungen ist noch übrig, nämlich derjenige, welcher das eigentliche Wesen der Gasform und die sie erzeugenden Ursachen betrifft. Mehrere ältere Hypothesen hierüber haben kaum noch geschichtliches Interesse, und mögen daher nur kurz erwähnt werden. Im Geiste der Cartesischen Wirbel - und Aethertheorie findet JOH. BERNOULLI 2 die Ursache der Elasticität überhaupt in der Bewegung einer sehr zarten, in den innersten Zwischenräumen der Körper eingeschlossenen flüssigen Materie. Nach einer gleichen Ansicht läßt L. Eulen 3 die Luft aus einer unzählbaren Menge hohler Kügelchen bestehen, in denen jene Materie eingeschlossen seyn soll. Je schneller die letztere umläuft, um so mehr sucht sich dasselbe auszubreiten; im Centrum aber befindet sich ein leerer Raum, welcher durch Compression kleiner wird und am Ende verschwindet, in welchem letzteren Falle die Luft den höchsten Grad der Dichtigkeit hat, und keiner Zusammendrückung mehr fähig ist. Es war für einen Geometer, wie sich der große Eulen gezeigt hat, wohl nicht schwer, auf diese Voraussetzungen Formeln zu gründen, deren Resultate mit den Ergebnissen der Erfahrung übereinstimmen, allein niemand wird delswegen jene Hypothesen selbst für geometrisch erwiesen hal-

¹ Die neuesten und wichtigsten physikalisch wchemischen Entdeckungen. Jena 1823, 4. p. 15.

² Opera. III, 81.

⁸ Gomm. Pet. II. 847.

ten. ROHAULT i mag als der Urheber einer Hypothese genannt werden, welcher viele andere früher beipflichteten, wonach die Elemente aller elastischen Körper und selbst also auch der Luft die Gestalt elastischer Fasern, wie Baumwollenfädchen, haben oder aus Ringen, federaden Atomen u. s. w. bestehen sollen. Eine Widerlegung solcher Erklärungen ist jetzt überflüssig.

An die Cartesische Hypothese schließt sich gleichfalls die durch LE SAGE aufgestellte an, welche von jener nicht wesentlich verschieden von ihrem Entstehen an bis auf die neuesten Zeiten herab gewichtige Anhänger gefunden hat. Die Theorie, welche dieser Gelehrte mit übergroßer Ausführlichkeit mitgetheilt hat, findet sich dem Wesen nach kurz angedeutet sehon bei R. Boyle 2, Parent 3, Mariotte 4, Herman 5, Dan. BERNOULLI 6, DAN. und Jon. BERNOULLI 7, indess achteten die Physiker weniger darauf, weil sie neben wichtigern Untersuchungen nur ein geringeres Interesse erregte, bis zur Zeit der ausführlichern Behandlung, welche ihr später zu Theil wurde. Inzwischen lälst sich die weitschweifige Demonstration des LE Sage leicht mit kurzen Worten wiedergeben. Nach ihm bestehen alle Gasarten aus festen unelastischen Elementen, deren mittlere Abstände von einander viel größer sind, als ihre Durchmesser. Alle befinden sich in einer sehr schnellen fortschreitenden Bewegung, deren Richtung nothwendig nach allen Seiten hin statt findet, denn sobald eins gegen das andere stöfst, oder einen widerstehenden Körper trifft, so erneuert es seine Bewegung mit ungeschwächter Kraft. Als primitive Ursache dieser anfänglichen und stets verneuerten Bewegung ist aber der ungleiche Stols des Aethers (corpuscules ultramondains) regen die entgegenstehenden Seiten der Luftatome anzusehen 8. Diese

¹ Physica ex ed. Clarkii. Lond, 1711, 8, P. III. C. II. §. 2.

² New Experiments cet, Oxf. 1660.

^{\$} Mém. de l'Ac, 1708.

⁴ Essay sur la nature de l'air. Par. 1676,

⁵ Phoronomia. Lib. II. C. 6.

⁶ Hydrodynamica, sect. 10.

⁷ Pièces qui ont eu part au prix de l'Acad. des 8c. de Paris 1746.

⁸ Die ganze, in verschiedenen Abhandlungen zerstrenete Theorie des 12 Sacs findet man am vollständigsten in Notice sur la Vie et les écrits de George Louis le Sage de Genève etc. chez J. J. Paschoud

einfachen Sätze werden sehr weitläuftig ausgestihrt und auf die bekannten Erscheinungen angewandt, allein das Wesentlichste, nämlich einen Beweis für die wirkliche Existeuz solcher absolut harten Atome, ihrer Bewegung und selbst eines diese bewirkenden Aethers findet man nirgend, und sonach kann das Ganze bei dem jetzigen Standpuncte der Naturlehre keinen Beisall finden, ja bei dem gänzlichen Mangel einer vorhandenen Begründung kann dasselbe nicht einmal auf die Mühe einer Widerlegung Ansprüche machen.

Außer PREVOST, dem Schüler des LE SAGE, hat vorzüglich DE Lüc dieses System in Aufnahme zu bringen gesucht. Rücksichtlich der expansibelen Körper bleibt letzterer der ursprünglichen Darstellung völlig getren, und ist hauptsächlich nur bemühet, eine größere Menge von Thatsachen aus der aufgestellten Hypothese zu erklären 1, außerdem aber hat derselbe seine elektrische Theorie auf ähnliche Prämissen gegründet. Obgleich aber die elektrischen Erscheinungen sich jenen Ausichten ungleich leichter ansiigen lassen, als die Gesetze der gassormigen Körper, so ist doch schon im Artikel Elektricität 2 nachgewiesen, dals jener Theorie nicht unaufhebliche Schwierigkeiten entgegenstehen, und indem dieselbe in Beziehung auf das Verhalten der Gasarten durch alles dasjenige, was ne Luc darüber beigebracht hat, durchaus keine neue factische Stütze erhalt, so muss sie auch in diesem etwas veränderten Gewande als bloss hypothetisch, mithin factisch nicht begründet verworfen werden.

NEW TON war der Meinung, das Streben nach Ausdehnung bei den Gasarten und Dämpfen sey die Aeußerung einer abstoßenden Kraft, auch versuchte er, das Mariotte'sche Gesetz hiernach zu demonstriren; er glaubte indeß selbst nicht, das eigentliche Wesen dieser Kraft erkannt zu haben, auch wird sich aus dem Folgenden ergeben, daß seine Demonstration nicht durchaus zulässig sey. Zuerst zeigt er die Möglichkeit der Existenz repulsiver Kräfte durch eine Vergleichung derselben mit

à Paris et Genève. I Vol. 8. und in Deux Traités de Physique mécanique publiés par Pirane Parvost. Par. 1818. 8.

¹ Neue Ideen über die Meteorologie. A. d. Fr. Berl. und Stettin 1787. S. Einl. S. 6.

² Th. UI. 8., 864.

algebraischen Größen; denn, sagt er, so wie in der Algebra die bejahenden Größen abnehmend zuletzt verschwinden und in verneinende übergehen, so muß auch in der Mechanik da, wo die Anziehung aufhört, eine Repulsion eintreten. Es folgt hieraus unmittelbar, daß der bekannten Newton'schen Anziehung keine Abstoßung in der physischen Welt entgegenstehen kann; denn da diese wie die Quadrate der Entfernung abnimmt, so würde sie in der Entfernung a == 1 gesetzt in der Entfernung == x durch k == \frac{1}{x^2} ausgedrückt erst dann verschwinden, wenn x == \infty würde, und könnte somit erst in außerweltlichen Räumen existiren? Die Wirksamkeit einer solchen Kraft, sagt Nawton weiter, scheint auch zu folgen aus der Erzeugung der Luft und Dämpfe, denn die aus den Körpern durch Hitze und Gährung ausgestoßenen Partikelchen entweichen von jenen Körpern und von einander mit einer großen Kraft, sobald sie aus ihrer Attractionssphäre gerückt sind, sie sliehen eine Wiedervereinigung, so daß sie einen zehnsachen, hundert – ja tausendfachen Raum einnehmen, als vorher im Zustande der Dichtig-

Gährung ausgestoßenen Partikelchen entweichen von jenen Körpern und von einander mit einer großen Kraft, sobald sie aus ihrer Attractionssphäre gerückt sind, sie sliehen eine Wiedervereinigung, so dass sie einen zehnfachen, hundert - ja tausendfachen Raum einnehmen, als vorher im Zustande der Dichtigkeit. Diese außerordentliche Ausdehnung und Zusammenziehung kann aber keineswegs erklärt werden, wenn man sich die Luftpartikelchen als elastische Fäden oder Ringe vorstellen wollte, und man muss daher eine zurückstolsende Kraft bei ihnen annehmen. Flüssige Körper werden bloss durch Wärme expandirt und durch Kälte wieder in ihren vorigen Zustand zurückgebracht, diejenigen aber, welche feste heißen, erfordern eine größere Hitze und vielleicht auch Gährung, um wahre Luft zu werden, deren Theile sich bleibend mit großer Kraft zurückstoßen. Hierdurch hat NEWTON zwar das Phänomen bezeichnet, aber den eigentlichen Conflict der entgegenwirkenden Kräfte keineswegs genau angegeben.

Weit bestimmter in Beziehung auf das Boyle'sche Gesetz äußert sich Newton an einer andern Stelle 3. Er denkt sich

¹ Optice qu. XXXI. ed. Clarcke p. 320.

² Rine so auffallende Folge, welche die Existenz einer Repulsivkraft völlig zu widerlegen scheint, wäre dem scharfsinnigen Nawton gewiß nicht entgangen; allein bekanntlich nimmt dieser zur Erklärung des Verhaltens der Gasarten attractive und repulsive Kräfte an, welche nach andern Gesetzen wirken sollen.

⁸ Princ. L. II. prop. 23. T. II. p. 121. ed. Tessaneck.

hier die expansibele Flüssigkeit in einen Würfel eingeschlossen, · dessen Seite == a seyn möge. Wird die eingeschlossene Masse dichter mit Beibehaltung der Würfelform, so verhält sich ihre Dichtigkeit umgekehrt wie der Cubus der Seite, also == 1: a3 und die zusammenpressende Kraft muß also = 1: a3m seyn. dann zwischen den geradlinig über einander flegenden Theilchen wine in der umgekehrten nten Potenz wirkende abstossende Kraft statt, so wird jedes Theilchen mit der 1 Kraft zusammengedrückt werden müssen, und da der Würfel im Verhältniss von 1: a2 kleiner wird, wenn der Druck seine ganze Oberstäche trifft, die Elasticität aber der zusammendrückenden Kraft gleich ist, so muís $\frac{1}{a^n} \times \frac{1}{a^2} = \frac{1}{a^{n-1}}$ seyn, wodurch $\frac{a^{3dn}}{a^2} = a^n$ und n=3m-2 wird. Bei Gasarten ist aber m=1, weil die Elasticität sich umgekehrt, wie die erste Potenz des Volumens verhält, mithin ist n = 1 oder die abstolsende Kraft verhält sich umgekehrt, wie die Abstände der Moleculen der Lust. diese Weise schliesst Newton allerdings schulgerecht aus der · Erscheinung, allein er verwahrt sich gegen die Folgerung, als sey damit die wirkliche Existenz von Luftatomen und einer ihnen eigenthümlichen, im einfachen umgekehrten Verhältnisse des Abstandes wirkenden Repulsionskraft erwiesen 1. всниявновк 2 dagegen glaubt zwar eine solche abstolsende Kraft annehmen zu müssen, will aber nicht darüber entscheiden, ob diese Elektricität oder eine andere Kraft sey, und hält es daher vorläufig für hinreichend, die Ueberzeugung von der Elasticität der Lust zu haben. Robison 8 kommt bei seiner Prüfung dieses Gesetzes auf ein ähnliches Resultat. Zuerst bemerkt er. daß eine gewöhnliche Luftpumpe leicht eine 125 fache Verdünnung hervorbringt, wobei dann der Abstand der Theile 5 mal größer seyn müsse, und dennoch wirke die abstolsende Kraft noch in diese Ferne, und in noch größere, da die Verdunnung sich leicht noch weiter treiben lasse. Hieraus folgt aber, dass die

¹ An vero fluida elastica ex particulis se mutno fugantibus constent, quaestio physica est. Nos --- mathematice demonstravimus, at philosophis aneam praebeamus, quaestionem illam tractandi.

² Introd. T. II. §. 1202.

⁸ System of Mech. Phil. III. 644.

Kraft, welche die Lusttheilchen zurücktreibt, sich auf einen 5 mal größeren Abstand erstrecken könne, als in welchem sie sich im gewöhnlichen Zustande befinden, und hieran knupft sich nothwendig die Frage, ob in diesem gewöhnlichen Zustande die Kraft sich auch bis auf die 5 mal entsernteren Theile erstrecke, und nach welchem Gesetze sie abnehme. Sollte die Kraft dem Abstande proportional abnehmen, so mülste sie für die auf einander folgenden Theilohen gegen das erste = 5 gegen das zweite = 2,5 gegen das dritte = 1,667 gegen das vierte = 1,25 gegen das fünfte = 1 gegen das sechste = 0,8333 seyn u. s. w., dann würde aber eine vierfache Verdichtung den achtfachen, eine neunfache den 27 fachen Widerstand leisten, was gegen die Erfahrung streitet. Dränge ferner diese Kraft durch die umgebende Hülle, so milsten zwei Sphären mit verdichteter Luft erfüllt, einander abstossen, mit verdünnter einander anziehen.

Wenn wir uns vorstellen könnten, dass die Lufttheilchen einander innerhalb unmerklicher Abstände mit gleichbleibender Kraft abstielsen, so würde dieses mit den Erscheinungen überteinstimmen. Denn wenn wir uns eine Reihe solcher Partikeln vorstellen, welche in jedem Abstande gleichmäßig abgestolsen werden, und wir lassen eine zusammendrückende Kraft gegen beide Enden wirken, so wird die Zahl der zusammengedrückten Partikeln und also die Summe ihrer repulsiven Kräfte dem Raume umgekehrt proportional seyn, welches genau mit dem Boyle'schen Gesetze übereinkommt. Robison bemerkt indes, dass eine solche Kraftäusserung sonst in der Natur überall nicht vorkommt.

Eine sehr gründliche, vielumfassende und mit großem Scharfsinne durchgeführte Untersuchung dieses Gegenstandes hat J. F. Fries 1 geliefert. Zuerst prüft er nach geometrischen Grundsätzen, wie im Allgemeinen Grundkräfte, oder solche, welche nicht wieder von andern abgeleitet werden können, in Beziehung auf Masse und Geschwindigkeit wirken müssen. Die hierdurch erhaltenen Resultate würden absolute Gültigkeit haben, und könnten somit als sichere Grundlage zur Bestimmung der Wirksamkeit der Naturkräfte betrachtet werden, wenn nicht

¹ Mathematische Naturphilosophie. Heidelb. 1822. 8. 8. 443. ff.

1054 Gas.

die Allgemeinheit der Bestimmungen erforderte, dass man dabe idles vom unendlich Kleinen bis zum unendlich Großen umsesen muss, welches in der Mathematik zwar zur allgemeinen Größenbestimmung zulässig ist, in der Physik aber nicht füglich Anwendung sinden kann, insosern diese überall nicht über das Endliche hinausgeht. Inzwischen erhält Fries als Resultat der geometrischen Construction der anziehenden und abstoßenden Kräste folgende zwei hier zunächst in Betrachtung kommende Hauptsätze:

- 1. Wenn Grundkräfte von Punct zu Punct im umgekehrten Verhältnis der ersten oder zweiten Potenz der Entsernung wirken, so verschwindet die Wirkung in der Berührung.
- 2. Für alle unmittelbar in der Berührung wirkende Grundkräfte hängt also die Wirkung einzig von der specifischen Kraft des Stoffes und der Dichtigkeit der Masse an der Berührungsfläche ab.

Dieser letztere Satz ist offenbar der Ausdruck des Mariotte'schen Gesetzes, und es scheint also, als sey die Sache durch Hülfe der Geometrie enträthselt; allein wenn man den analytischen Untersuchungen aufmerksam folgt, so entdeckt man bald, dals die Bezeichnung für die specifische Kraft des Stoffes und die Dichtigkeit der Masse nur in die Formel hineingebracht ist, um sie vollständig zu machen, keinesweges aber aus ihr nothwendig folgt. Zweitens aber kann man sagen, die Sache sey hierdurch bloss benannt, aber nicht erklärt; denn man weiß allerdings wohl, dass bei der Elasticität der Gasarten eine gewisse Kraft nach einem bestimmten (dem Mariotte'schen) Gesetze wirkt, man will aber wissen, was für eine Krast dieses sey, ob eine individuelle für sich bestehende, oder eine noch sonst wirksame, und wie ihre Wirkung sich aus ihrer Wesenheit erklären lasse. Endlich stimmt die hiernach gegebene Erklärung nicht mit der Erfahrung überein. Als Beispiel möge das Ammoniakgas dienen, welches aus 3 Mass Wasserstoffgas und 1 Mass Stickgas besteht. Bringt man diese Gasarten in dem genannten Verhältnis als solche zusammen, so ist das spec. Gew. der Mengung = 0,292825; das des Ammoniakgas aber = 0,59669. Hier haben wir in beiden Fällen die nämlichen Stoffe, und sie müßten daher bei gleicher Dichtigkeit auch gleiche Elasticität haben, allein diese ist bei der Mengung über doppelt so groß,

als bei der chemischen Verbindung, abgesehen devon, daß jene durch einen Druck von 50 Atmosphären noch nicht tropfbar flüssig wird, diese aber schon bei 6,5.

Fairs prüft dann die oben angegebene Newton'sche Bestimmung der bei den Gasarten wirksamen Kraft der Abstolaung, und findet sie im Widerspruche stehend mit dem oben angegebenen ersten Gesetze. Wäre letzteres vollkommen begründet; so wirde Newton's Demonstration unstatthaft seyn, welche ohnehin auf der Annahme beruhet, dass die Repulsivkraft sich nicht weiter als bis zum nächsten Luftatome erstreckt, wie Ro-BISON gezeigt hat; außerdem aber gesteht NEWTON selbst zu. dass seine Hypothese nur ein bestimmtes Phänomen construire, ohne das eigentliche Wesen der angenommenen Kraft und ihren Zusammenhang mit andern Naturkräften nöher nachzuweisen. Fairs meint zugleich, das angegebene Gesetz passe nur, wenn das Volumen immer gleich bleibe, also Kugeln zu Kugeln, Würfel zu Würfeln zusammengepresst würden; allein wenn es für diese das Wesen der Sache wirklich angäbe, so ließe sich hiervon leicht eine Anwendung auf die übrigen Fälle machen. So lange wir bei Luftatomen stehen bleiben, und annehmen, daß diese bei verminderter Dichtigkeit einen größeren Abstand von einander haben, muss nothwendig die Wirksamkeit der Repulasivkraft bei wechselndem Abstande derselben von einander berücksichtigt werden. FRIES dagegen will die Erscheinung nach dynamischer Ansicht auf Grundkräfte zurückführen, welche nur. in der Berührung wirken. Hierbei kann jedoch unmöglich bloß von der Berührung des zusammendrückenden Körpers, noch weniger von einer Berührung der Expansivkräfte die Rede seyn, und somit kann schlechthin nur von der Berührung der Lusttheilchen geredet werden, wie groß auch immer das Bestreben seyn mag, die verponten Atome aus der Naturlehre zu verbannen. Wenden wir uns dann abermals an die Erfahrung, und nehmen des Beispiels wegen den Sauerstoff zuerst in seiner Verbindung mit Quecksilber, wie er dessen Gewicht und Volumen vermehrt, denken uns denselben dann vom Quecksilber getrennt und in Gas verwandelt, so ist es doch kaum vorstellbar, sich alle Theile der Basis dieser Gasart stets in unmittelbarer Berührung zu denken, wie groß oder geringe auch die Dichtigkeit derselben seyn möge. Gesteht man aber zu, dals die Abstände der Atome verschieden seyn können, so muss nothwendig die

gang versperrten ¹. Noch hat niemand diese Thatsache zu erklären vermocht, ohne auf die Folgerung geführt zu werden, daß die constituirenden Elemente der Gasarten eine verschiedene Größe haben. Ist dieses zugestanden, wofür uoch andere Thatsachen entscheiden, so müssen alle Elemente auf allen Fall einige Größe haben, und die Behauptung einer unendlichen Ausdehnung verliert allen Sinn, weil sie ein endlich großes unendlich klein nennen, oder einen unendlichen Abstand der constituirenden Bestandtheile der Gasarten von einander annehmen müßte.

C. Wesen der Gasform.

Bei weitem der schwigrigste Theil der Untersuchungen ist noch übrig, nämlich derjenige, welcher das eigentliche Wesen der Gasform und die sie erzeugenden Ursachen betrifft. Mehrere ältere Hypothesen hierüber haben kaum noch geschichtliches Interesse, und mögen daher nur kurz erwähnt werden. Im Geiste der Cartesischen Wirbel - und Aethertheorie findet JOH. BERNOULLI 2 die Ursache der Elastioität überhaupt in der Bewegung einer sehr zarten, in den innersten Zwischenräumen der Körper eingeschlossenen flüssigen Materie. Nach einer gleichen Ansicht läßt L. Eulen 3 die Luft aus einer unzählbaren Menge hohler Kügelchen bestehen, in denen jene Materie eingeschlossen seyn soll. Je schneller die letztere umläuft, um so mehr sucht sich dasselbe auszubreiten; im Contrum aber befindet sich ein leerer Raum, welcher durch Compression kleiner wird und am Ende verschwindet, in welchem letzteren Falle die Luft den höchsten Grad der Dichtigkeit hat, und keiner Zusammendrückung mehr fähig ist. Es war für einen Geometer, wie sich der große Eulen gezeigt hat, wohl nicht schwer, auf diese Voraussetzungen Formeln zu gründen, deren Resultate mit den Ergebnissen der Erfahrung übereinstimmen, allein niemand wird delswegen jene Hypothesen selbst für geometrisch erwiesen hal-

¹ Die neuesten und wichtigsten physikalisch - chemischen Entdeckungen. Jena 1823, 4. p. 15.

² Opera. III, 81.

⁸ Gomm. Pet. 11. 847.

ten. Ronault a mag als der Urheber einer Hypothese genannt werden, welcher viele andere früher beipflichteten, wonach die Elemente aller elastischen Körper und selbst also auch der Luft die Gestalt elastischer Fasern, wie Baumwollenfädchen, haben oder aus Ringen, federnden Atomen u. s. w. bestehen sollen. Eine Widerlegung solcher Erklärungen ist jetzt überflüssig.

An die Cartesische Hypothese schließt sich gleichfalls die durch LE SAGE aufgestellte an, welche von jener nicht wesentlich verschieden von ihrem Entstehen an bis auf die neuesten Zeiten herab gewichtige Anhänger gefunden hat. Die Theorie, welche dieser Gelehrte mit übergroßer Ausführlichkeit mitgetheilt hat, findet sich dem Wesen nach kurz angedeutet sehonbei R. Boyle 2, Parent 3, Mariotte 4, Herman 6, Dan. BERNOULLI 6, DAN. und Joh. BERNOULLI 7, indess achteten die Physiker weniger dazauf, weil sie neben wichtigern Untersuchungen nur ein geringeres Interesse erregte, bis zur Zeit der ausführlichern Behandlung, welche ihr später zu Theil wurde. Inzwischen läßt sich die weitschweifige Demonstration des LE SAGE leicht mit kurzen Worten wiedergeben. Nach ihm bestehen alle Gasarten aus festen unelastischen Elementen, deren mittlere Abstände von einander viel größer sind, als ihre Durchmesser. Alle befinden sich in einer sehr schnellen fortschreltenden Bewegung, deren Richtung nothwendig nach allen Seiten hin statt findet, denn sobald eins gegen das andere stöfst, oder einen widerstehenden Körper trifft, so erneuert es seine Bewegung mit ungeschwächter Kraft. Als primitive Ursache dieser anfänglichen und stets verneuerten Bewegung ist aber der ungleiche Stols des Aethers (corpuscules ultramondains) regen die entgegenstehenden Seiten der Luftatome anzusehen 8. Diese

¹ Physica ex ed. Glarkii. Lond, 1711, 8. P. III. C. II. §. 2.

² New Experiments cet, Oxf. 1660.

^{\$} Mem. de l'Ac, 1708.

⁴ Essay sur la nature de l'air. Par. 1676.

⁵ Phoronomia. Lib. II. C. 6.

⁶ Hydrodynamica, sect. 10.

⁷ Pièces qui ont eu part au prix de l'Asad. des Sc. de Paris 1746.

⁸ Die ganze, in verschiedenen Abhandlungen zerstreuete Theorie des LE SAGE findet man am vollständigsten in Notice sur la Vie et les écrits de George Louis le Sage de Genève etc. chez J. J. Paschoud

einsachen Sätze werden sehr weitlänstig ausgestihrt und auf die bekaunten Erscheinungen angewandt, allein das Wesentlichste, nämlich einen Beweis für die wirkliche Existeuz solcher absolut harten Atome, ihrer Bewegung und selbst eines diese bewirkenden Aethers findet man nirgend, und sonach kann das Ganze bei dem jetzigen Standpuncte der Naturlehre keinen Beisall sinden, ja bei dem gänzlichen Mangel einer vorhandenen Begründung kann dasselbe nicht einmal auf die Mühe einer Widerlegung Ansprüche machen.

Außer Prevost, dem Schüler des Le Sage, hat vorzüglich DE Luc dieses System in Aufnahme zu bringen gesucht. Rücksichtlich der expansibelen Körper bleibt letzterer der ursprünglichen Darstellung völlig getren, und ist hauptsächlich nur bemiihet, eine gröfere Menge von Thatsachen aus der aufgestellten Hypothese zu erklären 1, außerdem aber hat derselbe seine elektrische Theorie auf ähnliche Prämissen gegründet. Obgleich aber die elektrischen Erscheinungen sich jenen Ansichten ungleich leichter ansigen lassen, als die Gesetze der gassormigen Körper, so ist doch schon im Artikel Elektricität 2 nachgewiesen, dass jener Theorie nicht unaushebliche Schwierigkeiten entgegenstehen, und indem dieselbe in Beziehung auf das Verhalten der Gasarten durch alles dasjenige, was DE Luc darüber beigebracht hat, durchaus keine neue factische Stütze erhält, so muls sie auch in diesem etwas veränderten Gewande als bloss hypothetisch, mithin factisch nicht begründet verworfen werden.

NEWTOE war der Meinung, das Streben nach Ausdehnung bei den Gasarten und Dämpfen sey die Aeußerung einer abstofsenden Kraft, auch versuchte er, das Mariotte'sche Gesetz hiernach zu demonstriren; er glaubte indes selbst nicht, das eigentliche Wesen dieser Kraft erkannt zu haben, auch wird sich aus dem Folgenden ergeben, das seine Demonstration nicht durchaus zulässig sey. Zuerst zeigt er die Möglichkeit der Existenz repulsiver Kräfte durch eine Vergleichung derselben mit

à Paris et Genève. I Vol. 8. und in Deux Traités de Physique mécanique publiés par Piesas Pasvost. Par. 1818. 8.

¹ Neue Ideen über die Meteorologie. A. d. Fr. Berl. und Stettin 1787. 8. Einl. S. 6.

² Th. UI. 8. 364.

algebraischen Größen; denn, sagt er, so wie in der Algebra die beiahenden Größen abnehmend zuletzt verschwinden und in verneinende übergehen, so muss auch in der Mechanik da, wo die Anziehung aufhört, eine Repulsion eintreten 1. Es folgt hieraus unmittelbar, dass der bekannten Newton'schen Anziehung keine Abstossung in der physischen Welt entgegenstehen kann; denn da diese wie die Quadrate der Entfernung abnimmt. so würde sie in der Entfernung a = 1 gesetzt in der Entfernung = x durch $k = \frac{1}{x^2}$ ausgedrückt erst dann verschwinden, wenn x == 00 würde, und könnte somit erst in außerweltlichen Räumen existiren 2. Die Wirksamkeit einer solchen Kraft, sagt NEWTON weiter, scheint auch zu folgen aus der Erzeugung der Luft und Dämpfe, denn die aus den Körpern durch Hitze und Gährung ausgestoßenen Partikelchen entweichen von jenen Körpern und von einander mit einer großen Kraft, sobald sie aus ihrer Attractionssphäre gerückt sind, sie sliehen eine Wiedervereinigung, so dass sie einen zehnsachen, hundert - ja tausendfachen Ranm einnehmen, als vorher im Zustande der Dichtig-Diese außerordentliche Ausdehnung und Zusammenziekeit. hung kann aber keineswegs erklärt werden, wenn man sich die Luftpartikelchen als elastische Fäden oder Ringe vorstellen wollte, und man muss daher eine zurückstossende Kraft bei ihnen annehmen. Flüssige Körper werden bloß durch Wärme expandirt und durch Kälte wieder in ihren vorigen Zustand zurückgebracht, diejenigen aber, welche feste heißen, erfordern eine größere Hitze und vielleicht auch Gährung, um wahre Luft zu werden, deren Theile sich bleibend mit großer Kraft zurückstofsen. Hierdurch hat Nuw ron zwar das Phanomen bezeichnet, aber den eigentlichen Conflict der entgegenwirkenden Kräfte keineswegs genau angegeben.

Weit bestimmter in Beziehung auf das Boyle'sche Gesetz äußert sich Nawron an einer andern Stelle 3. Er denkt sich

¹ Optice qu. XXXI. ed. Clarcke p. 320.

² Eine so auffallende Folge, welche die Existenz einer Repulsivkraft völlig zu widerlegen scheint, wäre dem scharfsinnigen Nawrow gewiß nicht entgangen; allein bekanntlich nimmt dieser zur Erklärung des Verhaltens der Gasarten attractive und repulsive Kräfte an, welche nach andern Gesetzen wirken sollen.

⁸ Princ. L. II. prop. 23. T. II. p. 121. ed. Tessaneck.

$$p = const. + 2\pi \varrho^2 \frac{R^2}{r} \frac{d}{dR} \cdot \left[\frac{\psi_{\mu} (R + r) - \psi_{\nu} (R - r)}{R} \right]$$

Nach Newton sollen die Repulsivkräfte dem Abstande der Atome umgekehrt proportional seyn, wonach also $\varphi(r) = \frac{1}{r}$ ist; allein die Substitution dieses Werthes zeigt, daß p dann nicht constant wird, und die Voraussetzung ist also unzulässig, wie auch schon durch Robison und Faies nachgewiesen ist. Dasjenige, wodurch La Place das Nämliche zeigt und die Voraussetzungen begründet, worauf seine folgenden Schlüsse gebauet werden, ist mir nicht völlig klar, die Sache selbst aber an sich und zugleich in Beziehung auf die gesammten Naturgesetze scheint mir auf Folgendem zu beruhen.

NEWTON sowohl als auch LA PLACE nehmen an, dass die Attraction der Molecülen bei demjenigen Abstande von einander, in welchem sie sich im Zustande der Gasform befinden, verschwindend klein oder unmerklich sey, und ersterer scheint nicht abgeneigt, die Anziehungskraft in eine Repulsionskraft übergehen zu lassen, welche dann zur Erklärung der Phänomene der Entfernungen umgekehrt proportional wirkend anzunehmen Es ist indess schon oben bemerkt, dass in größter Strenge genommen dieses erst in unendlicher Entfernung geschehen müsste, und da man hierbei sich damit nicht helfen kann, dass man sagt, jede melsbere Entfernung der Elemente sey für ihren unmessbaren Durchmesser eine unendliche Größe, weil die Anziehung nothwendig geometrisch = 0 werden muls, ehe sie eine entgegengesetzte Größe werden kann, so ist die Annahme des Ueberganges der Anziehung in Abstolsung ohne unbegründete Voraussetzungen völlig unzulässig, abgesehen davon, dass es dann auch eine dem einfachen Verhältnisse des Abstandes proportionale Anziehung geben müßte, indem die Newton'sche allgemeine Attraction der Materie vielmehr dem Quadrate des Abstandes umgekehrt proportional ist, weil sie doch unmöglich beim Uebergange in das Entgegengesetzte ein anderes Gesetz, als vorher, befolgen könnte. Inzwischen wissen wir gewiß, dass die Newton'sche Attraction kein Körperelement, wie klein dasselbe auch seyn mag, verläßt, denn in Gemäßheit dieser fährt es fort, gegen die Erde zu gravitiren und andere Körper anzuziehen, wenn die Gesammtmasse solcher vereinten Elemente groß genug ist, um eine melsbare Wirkung zu erzeugen 1. Bei solchen kleinen Massen, als welche die Luftstome bilden, ist aber diese Anziehung so unbedeutend, dass sie, an sich unmelsbar, durch jede melsbare Gegenwirkung überwunden werden und verschwinden muls, ohne dass man delswegen genöthigt wäre, eine Verwandlung der Anziehung in Abstolsung zu gestatten. Ob die Erscheinungen der Cohasion und Adhasion auf diese nämliche Kraft zurückgeführt werden konnen, wie einige behaupten, andere bestreiten, ist für die vorliegende Untersuchung ganz gleichgültig, indem jede hierbei wirksame Kraft nach den so eben beigebrachten Gründen bei meßbarem Abstande unmessbar werden muss. Dagegen übt jedes Molecul einer Gasart Anziehung gegen die Wärme aus, und da die Wärmemolecule sich gegenseitig abstossen, so werden sie nicht blos die ponderabelen Lustatome mit Ueberwindung der verschwindend kleinen Anziehung von einander trennen, sondern da die Wärme überall im Raume verbreitet ist, so muss zugleich die Repulsion die Räume erfüllen, welche bei stärkerer Ausdehnung der Gasarten leer (oder vielmehr mit Wärmestoff erfüllt) werden, und somit überhaupt die Dichtigkeit der Gase als Function der Temperatur bedingen, wobei angenommen wird, dass die Wirkungssphäre dieser Repulsion unmessbar klein sey 2.

Ist dann ferner die in einem Elemente der Gasart enthaltene Wärme = c, so ist die Repulsion von zwei Elementen = c², und die Größe der Abstoßung kann durch $Hc^2.\phi(r)$ ausgedrückt werden, worin H eine wahrscheinlich bei allen Gasarten, auf allen Fall aber bei dem nämlichen Gase constante Größe ist, $\phi(r)$ aber für einen meßbaren Werth von r verschwindet. Denkt man sich dann eine sphärische Hülle mit Gas erfüllt, in welcher Dichtigkeit und Elasticität an jeder Stelle gleich seyn müssen, welche so weit von der Hülle abstehen, daß die Anziehungskraft von dieser keinen Einfluß auf die daselbst befind-

¹ Vgl. Anziehung Th. I. S. 328.

² Soll dieser letztere Satz den ersteren nicht aufheben, so müssen die Moleculen der Gase als unmefsbar klein gedacht werden, so das sie bei stärkster Expansion der Gase dennoch in einen verhältnifsmäßig nicht großer Abstand von einander kommen. Eine Ausdehnung derselben ins Unendliche wäre kiernach also unmöglich; indeß ist es schwer, dieses, durch Unbekanntschaft mit dem eigentlichen Wesen der Wärme, dunkele Gebiet völlig außuhellen.

die Allgemeinheit der Bestimmungen erforderte, dass man dabei siles vom unendlich Kleinen bis zum unendlich Großen umfassen muß, welches in der Mathematik zwar zur allgemeinen Größenbestimmung zulässig ist, in der Physik aber nicht füglich Anwendung finden kann, insofern diese überall nicht über das Endliche hinausgeht. Inzwischen erhält Faizs als Resultat der geometrischen Construction der anziehenden und abstoßenden Kräfte folgende zwei hier zunächst in Betrachtung kommende Hauptsätze:

- 1. Wenn Grundkräfte von Punct zu Punct im umgekehrten Verhältnis der ersten oder zweiten Potenz der Entsernung wirken, so verschwindet die Wirkung in der Berührung.
- 2. Für alle unmittelbar in der Berührung wirkende Grundkräfte hängt also die Wirkung einzig von der specifischen Kraft des Stoffes und der Dichtigkeit der Masse an der Berührungsfläche ab.

Dieser letztere Satz ist offenbar der Ausdruck des Mariotte'schen Gesetzes, und es scheint also, als sey die Sache durch Hülfe der Geometrie enträthselt; allein wenn man den analytischen Untersuchungen aufmerksam folgt, so entdeckt man bald, dals die Bezeichnung für die specifische Kraft des Stoffes und die Dichtigkeit der Masse nur in die Formel hineingebracht ist, um sie vollständig zu machen, keinesweges aber aus ihr nothwendig folgt. Zweitens aber kann man sagen, die Sache sey hierdurch blos benannt, aber nicht erklärt; denn man weiss allerdings wohl, dass bei der Elasticität der Gasarten eine gewisse Kraft nach einem bestimmten (dem Mariotte'schen) Gesetze wirkt, man will aber wissen, was für eine Krast dieses sey, ob eine individuelle für sich bestehende, oder eine noch sonst wirksame, und wie ihre Wirkung sich aus ihrer Wesenheit erklären lasse. Endlich stimmt die hiernach gegebene Erklärung nicht mit der Erfahrung überein. Als Beispiel möge das Ammoniakgas dienen, welches aus 3 Mass Wasserstoffgas und 1 Mass Stickgas besteht. Bringt man diese Gasarten in dem genannten Verhältnis als solche zusammen, so ist das spec. Gew. der Mengung = 0.292825; das des Ammoniakgas aber = 0.59669. Hier haben wir in beiden Fällen die nämlichen Stoffe, und sie müssten daher bei gleicher Dichtigkeit auch gleiche Elasticität haben, allein diese ist bei der Mengung über doppelt so groß,

als bei der chemischen Verbindung, abgesehen davon, dals jene durch einen Druck von 50 Atmosphären noch nicht tropfbar flüssig wird, diese aber schon bei 6,5.

Fairs prüft dann die oben angegebene Newton'sche Bestimmung der bei den Gasarten wirksamen Kraft der Abstolaung, rand findet sie im Widerspruche stehend mit dem oben angegebenen ersten Gesetze. Wäre letzteres vollkommen begründet; so wirde Newton's Demonstration unstatthaft seyn, welche Ohnehin auf der Annahme beruhet, dass die Repulsivkraft sieh nicht weiter als bis zum nächsten Luftatome erstreckt, wie Ro-BISON gezeigt hat; außerdem aber gesteht NEWTON selbst zu. dass seine Hypothese nur ein bestimmtes Phänomen construire, ohne das eigentliche Wesen der angenommenen Kraft und ihren Zusammenhang mit andern Naturkräften näher nachzuweisen-Fairs meint zugleich, das angegebene Gesetz passe nur, wenn das Volumen immer gleich bleibe, also Kugeln zu Kugeln, Würfel zu Würfeln zusammengepresst würden; allein wenn es für diese das Wesen der Sache wirklich angäbe, so ließe sich hiervon leicht eine Anwendung auf die übrigen Fälle machen. lange wir bei Luftatomen stehen bleiben, und annehmen, daß diese bei verminderter Dichtigkeit einen größeren Abstand von einander haben, muss nothwendig die Wirksamkeit der Repulsivkraft bei wechselndem Abstande derselben von einander berücksichtigt werden. Fairs dagegen will die Erscheinung nach dynamischer Ansicht auf Grundkräfte zurückführen, welche nur. in der Berührung wirken. Hierbei kann jedoch unmöglich bloß von der Berührung des zusammendrückenden Körpers, noch weniger von einer Berührung der Expansivkräfte die Rede seyn, und somit kann schlechthin nur von der Berührung der Lufttheilchen geredet werden, wie groß auch immer das Bestreben seyn mag, die verponten Atome aus der Naturlehre zu verbannen. Wenden wir uns dann abermals an die Erfahrung, und nehmen des Beispiels wegen den Sauerstoff zuerst in seiner Verbindung mit Quecksilber, wie er dessen Gewicht und Volumen vermehrt, denken uns denselben dann vom Quecksilber getrennt und in Gas verwandelt, so ist es doch kaum vorstellbar, sich alle Theile der Basis dieser Gasart stets in unmittelbarer Berührung zu denken, wie groß oder geringe auch die Dichtigkeitderselben seyn möge. Gesteht man aber zu, dass die Abstände der Atome verschieden seyn können, so muss nothwendig die

Wirksamkeit der ihnen eigenthümlichen Repulsivkraft für ungleiche Abstände der sollicitirten Massentheilchen nachgewiesen werden, und wir kommen allezeit auf die alte Schwierigkeit zurück, wolfur New ron zwar ein Mittel irgend einer Vorstellungsart gegeben, sie aber keineswegs völlig gehoben hat. rung ist eine atomistische, insofern bir die ponderabele Basis der Gassrten aus Atomen bestehen läßt; KANT führte das Phänomen auf Krafte zurück, wobei jedoch die Frage über das eigentkiche Wesen und Verhalten der materiellen Grundlage der Gasarten unentschieden blieb, auch bemerkt Fries 1, dass er die Ausdehnungskraft der Luft für keine ursprüngliche gehalten habe; viele Physiker nach KANT glaubten die Sache erledigt, indem sie behaupteten, das Verhalten der Gasarten lasse sich dynumisch, d. h. aus einem Conflicte anziehender und abstoßender Kräfte genügend erklären. Ob es aber möglich sey, insbesondere bei dem jetzigen Standpuncte der Wissenschaft, nachdem der wesentliche Unterschied zwischen expansibelen, tropfbarflüssigen und festen Körpern in Gemäßheit des factisch erwiesenen, blos durch mechanischen Druck bewirkten, Ueberganges aller dreier in einander aufgehoben ist, die Existenz und den Binflus der Luftelemente bei der Erklärung des Verhaltens der Gasarten ganz zu umgehen, mus ich delswegen bezweifeln, weil sonst alle Materie aufgehoben und ihrem Wesen nach bloß suf Kräfte zurückgeführt werden mülste, eine Ansicht, welche jetzt unter den wirklichen Physikern schwerlich noch irgend einen Anhänger findet.

Die ältere Vorstellung, wonach die Ausdehnsamkeit der Gasarten eine Folge des Elementarfeuers seyn sollte, kann gegenwärtig nicht mehr in das Gebiet der Physik gehören, desto mehr Aufmerksamkeit verdient dagegen die Ansicht derjenigen, welche sie für eine Wirkung der Wärme halten, eine seit Anoston's von vielen Physikern angenommene 2, durch LA PLACE in einem hohen Grade der Vollendung ausgeführte Hypothese Diese große Geometer leitet nämlich den Aggregatzustand der Körper überhaupt aus dem Conflicte der Anziehung und Abstoßsung ab, welche zwischen den Molecülen der Körper und den

¹ a. a. O. p. 488.

² Journ. de Phys. 1799. T. II. p. 231 u. 413.

sie umgebenden Wärmeatmosphären statt finden 1, und gründet auf diese Hypothese eine geometrische Darstellung derjenigen Erscheinungen, welche unter dem Mariotte'schen Gesetze begriffen werden. Einige kürzere Andeutungen dieser, für die Ansicht, Kenntnis und Beurtheilung der gesammten Naturgesetze wichtigen Hypothese, welche ihr Begründer theils früher theils später mitgetheilt hat 2, sind schwerer zu verstehen, und führen ausserdem nicht zur Kenntnis des eigentlichen Grundes, worauf die ganze Untersuchung gebauet ist, wesswegen die blosen Resultate mehr einem glücklichen Gedanken als einer allseitig tief durchdachten Theorie ähnlich sehen. Es scheint mir daher nicht überslüssig, eine etwas ausführlichere Darstellung des Ganzen zu versuchen 3.

LA PLACE untersuchte schon früher die Gesetze der Anziehung von kleinen Sphäroiden, welche Theile größerer Sphären sind, und die umgebenden Theile sowohl anziehen als auch von ihnen angezogen werden. Die hierfür gefundenen Formeln weichen etwas von denen ab, welche Newton gegeben hat, ohne jedoch das Hauptresultat im Wesentlichen zu ändern. Wird dann statt einer Anziehungskraft eine abstoßende angenommen, so müssen die nämlichen Ausdrücke auch für diesen Fall anwendbar seyn, und indem zugleich von einer Flüssigkeit die Rede ist, so benutzt er hierfür denjenigen Ausdruck, welcher von ihm gleichfalls schon früher für den Zustand des Gleichgewichts eines flüssigen Theilchens im Innern einer flüssigen Masse aufgefunden ist, nämlich

 $d\mathbf{p} = \varrho \varphi d\mathbf{r}$

worin p der Druck der Flüssigkeit, φ aber die Repulsivkraft bezeichnet, welche eine flüssige Sphäre vom Halbmesser = R und einer Dichtigkeit = ϱ gegen einen im Abstande = r von ihrem Mittelpuncte befindlichen und einen Druck = p erleidenden Punct ausübt. Nach den für die Attractionsgesetze gefundenen Differentialformeln ist dann

¹ Vgl. Flüssigkeit, Ursachen derselben.

² Ann. Ch. et P. XVIII. 181 u. 273., desgleichen an einigen andern bereits angegebenen Stellen.

³ Mécan. Cél. Tom. V. p. 104. ff.

⁴ Ebend. T. I. L. 2.

⁵ Ebend. T. L. L. 1. §. 17.

erforderliche Usbergewicht üben die Attraction der Gasmoleciilen zu erlangen, eine gleichmälsige Compression durch äußeren Druck vorausgesetzt. Soll diese Folgerung zulässig seyn, so muss zugleich angenommen werden, dass die Molecülen der Gasarten eine ungleiche Große, und diesemnach auch ein verschiedenes absolutes Gewicht haben, so dass man ihr specifisches Gewicht bei gleicher Elasticität dem absoluten Gewichte (oder der Große) ihrer Moleculen direct proportional zu setzen hat. Die Annahme einer ungleichen Größe der Gasmolecülen läßst sich aber nicht blos aus dem jetzt allgemein herrschenden atomistischen Systeme der Chemie hypothetisch folgern, sondern hat auch durch die oben erwähnten interessanten Beobachtungen Döbeneinen's eine unerwartete Bestätigung erhalten. Aus diesen folgt nämlich, dass die Moleculen des Wasserstoffgas unter allen die kleinsten sind, weil sie feine Risse in Campanen durchdrangen, die denen schwererer Gasarten den Durchgang versperrten. Wollte man aus dieser Voraussetzung den Schluß folgern, dass hiernach die Dichtigkeiten der Gasarten unter gleichem Drucke und bei gleicher Temperatur ihren Mischungsgewichten direct proportional seyn müsse, so stimmt dieses mit der Erfahrung nicht überein, indem z. B. das Verhältniss der Mischungsgewichte von Sauerstoff und Wasserstoff = 8: 1 das Verhältniss der Dichtigkeiten von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas nahe 15: 1 ist. Jene Folgerung ist indels ganz unzulässig. Die Dichtigkeit der Gasarten ist nämlich eine Function der specifischen Anziehung ihrer Molecülen gegen einander und zum Wärmestoffe, welcher letzterer eben hierdurch zur Erzeugung des veränderten Aggregatzustandes verwandt und dadurch zugleich latent wird. Die specifische Wärme der Gasarten dagegen ist die thermoskopisch wirkende, welche in einem gegebenen Raume die Elasticität der Gasarten durch ihre Repulsion gegen die Theilchen der letzteren bedingt, und da diese für einen gegebenen Raum zur Erzeugung gleicher Elasticität gleich seyn muß, zugleich aber nach der Dichtigkeit der verschiedenen Körper gemessen wird, so mus sie den specif. Gewichten der Gasarten umgekehrt proportional seyn 1. Ob auch die Dämpfe

¹ Etwas ähnliches zeigen auch die respectiven Wärmecapacitätes fester Körper, obgleich ihre Dichtigkeit dieser letzteren nicht umgekehrt proportional ist. Nach Dülose und Petit geben nämlich die

ein gleiches Resultat geben, ist zwar durch Versuche noch nicht gemügend ausgemittelt, allein es sind allerdings gewichtige Gründe hierfür vorhanden, und die Sache verdient daher auf dem Wege der Erfahrung erst noch genauer untersucht zu werden ¹.

Das Verhältniss der Dichtigkeit, Elasticität und Wärmecapacität der Gase ist von keinem Physiker eo lichtvoll und bestimmt dargestellt, als von Poisson, dessen kurze Abhandlung sich zwar in verschiedenen Zeitschriften findet 2, dennoch aber ihrer Wichtigkeit halber hier nicht übergangen werden kann, vielmehr eine ausführlichere, Mittheilung verdient. Poisson dehnt seine Untersuchungen zugleich auf das Verhalten der Dämpfe aus, und in dieser Beziehung ist schon im Art. Dampf nachgewiesen, dass die erhaltenen Resultate mit den Ergebnissen der Erfahrung nicht vollkommen übereinstimmen, wie jener Gelehrte selbst auch in einem Nachtrage 3 bemerkt. Die Ursache hiervon liegt hauptsächlich darin, dass Poisson das Verhalten der Dämpfe und Gasarten als durchaus identisch ansieht, und da verschiedene Physiker diese nämliche Ansicht jetzt um so mehr zu hegen geneigt sind, als die bisher angenommene Permanenz der Elasticität bei den Gasarten nach FARADAY'S Versuchen unstatthaft ist, so muss ich auch hier auf den schon im Artikel Dampf nachgewiesenen Unterschied aufmerksam machen, dass nämlich die Elasticität der Gasarten dem äusseren Drucke bei unveränderter Temperatur proportional ist, bei den Dämpfen aber nicht, in welchem Gesetze allein schon ein genügender Grund ihres Unterschiedes liegt. Porsson's theoretische Betrachtungen passen daher directe und zunächst nur auf die Gasarten, wie die nachfolgende Untersuchung ergeben wird,

Producte der Wärmecapacitäten verschiedener Körper in ihre Atomengewichte eine constante Größe. Heißt also die Wärmecapacität = w, das Atomengewicht = a, so ist a w = C und in sofern diese constante Größe als die nach irgend einer Thermometerscale gemessene Temperatur angesehen werden kann, so wäre a w = T also w = T oder die specifische Wärme ist den Atomengewichten umgekehrt proportional.

^{1 8.} Dampf. Th. II. 8. 292.

² Ann. de Chem. et Ph. XXIII. 887. daraus in G. LXXVI. 269.

⁸ Ebend. S. 407.

Gas.

1066

welche die Gesetze ihres Verhaltens im Sinne der LA PLACE'schen Theorie enthält.

Ist die Dichtigkeit einer Gasart $= \varrho$, ihre Temperatur nach C. $= \vartheta$, ihre Elasticität = p, so ist

$$p = a \varrho (1 + \alpha \theta) \dots (1)$$

worin a für jede Gasart besonders bestimmt werden muß, α aber nach G_{AY} -Lussac für alle = 0,00375 für 1° C. ist. In einem gegebenen Gewichte einer Gasart läßt sich zwar nicht die absolute Menge der enthaltenen Wärme berechnen, wohl aber die Zunahme, welche dieselbe über die bei einem gegebenen Drucke und einer gleichfalls gegebenen Temperatur erhält, und muß diese eine Function des Druckes und der Dichtigkeit seyn, also wenn die Zunahme durch q bezeichnet wird, so ist $q = f(p, \varrho)$. Wenn man ferner zuerst die Elasticität = p constant setzt, also die Gasart mit Beibehaltung ihrer Elasticität sich ausdehnen läßt, dann aber ihre Dichtigkeit constant setzt, also ihre Elasticität durch Wärme vermehrt, so ist für diese beiden Fälle

$$\frac{d\varrho}{d\theta} = -\frac{\alpha\varrho}{1+\alpha\theta} \text{ und } \frac{dP}{d\theta} = \frac{\alpha P}{1+\alpha\theta}.$$

Es mus aber, wie schon oben gezeigt ist, die specifische Wärme eine andere seyn, wenn bei vermehrter Temperatur ihre Elasticität dieselbe bleibt, mithin ihre Moleculen weiter von einander abstehen, als wenn bei vermehrter Temperatur dieser Abstand unverändert bleibt oder bei constantem Volumen. Heisst nun jene c, diese c', so ist

$$c = -\frac{dq}{d\varrho} \cdot \frac{\alpha\varrho}{1+\alpha\vartheta}$$
 und $c' = \frac{dq}{d\varrho} \cdot \frac{\alpha p}{1+\alpha\vartheta} \cdot \dots (2)$

Setzt man beider Verhältniss oder c = k, so lässt sich annehmen, dass

$$e^{\frac{dq}{d\rho}} + k p \frac{dq}{dp} = 0 \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$$

das heißet: da die Dichtigkeit der Lust bei vermehrter Wärme und gleichbleibendem Drucke um so viel abnimmt, als ihre Elasticität bei gleichbleibendem Volumen wächst, letztere Größe mit dem Verhältnisse ihrer respectiven Wärmecapacitäten multiplicirt, so müssen beide Größen einander ausheben. Offenbar muß c größer seyn als c', also letztere == 1 gesetzt diese Größe übertressen, weil mehr Wärme erfordert wird, um in der ausgedehnteren Gasart die Molecülen durch ihre Repulsion von einander

zu entfernen, als in dichterer, insofern der größere Raum schon mehr Warme falst, gleiche Temperatur vorausgesetzt. Größe selbst aber kann nur durch die Erfahrung gegeben werden, und wird von La Place in Gemässheit der durch Gay-LUSSAC und WELTER angestellten Versuche = 1,3750 gesetzt. Poisson setzt dann voraus, dass k von p und o unabhängig sey, oder dass eine gleichmässige Vermehrung der vorhandenen Wärmemenge, diese als Einheit angenommen, erfordert werde, um ein plötzlich zu einem gegebenen größeren Volumen ausgedehntes Mass Luft bei gleicher Temperatur zu erhalten, von welcher ursprünglichen Elasticität man auch ausgehen mag. Diese Voraussetzung ist wohl ohne Zweifel richtig, weil der Raum, welchen die hinzukommende Wärme erfüllen muß, allezeit als gleich groß angenommen wird; ob aber diese Große k = 1,375 sey, also jederzeit 0,375 der gegebenen Temperatur erfordert werde, dieses ist unter andern aus denjenigen Gründen noch zweifelhaft, welche ich oben bei der Untersuchung der Temperatur der Erdatmosphäre in ungleichen Höhen 2 beigebracht habe. Poisson findet indels unter dieser Voraussetzung durch Integration der letzten Formel .

$$\mathbf{k} = f\left(\frac{p^{\frac{1}{k}}}{\varrho}\right) \dots \dots (4)$$

worin f eine willkürliche Function. bezeichnet. Dann ist ferner

$$p = e^k \varphi q$$
; und aus (1); $1 + \alpha \theta = \frac{1}{a} e^{k-1} \varphi q$.

worin φ eine andere Function bezeichnet. Für andere Werthe \mathbf{p}' ; ϱ' ; ϱ' ist dann

$$p' = e^{\prime k} \varphi q$$
 und $1 + \alpha \theta' = \frac{1}{a} e^{\prime k - 1} \varphi q$.

Aus diesen vier letzten Gleichungen, je zwei zusammengenommen, und $\frac{1}{a} = 266^{\circ},67$ gesetzt, erhält man

$$P' = P \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{k}$$

$$\theta' = (266^{\circ},67 + \theta) \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{k-1} - 266^{\circ},67$$
(5)

¹ Méc. Cél. V. Liv. XII. a. a. O.

² S. Th. III. S. 1048. ff.

die erste dieser beiden Formeln eröffnet eine eigenthümlich verschiedene Ansicht des oben erläuterten Bourg'schen Gesetzes. Würde nämlich Luft von gegebener Dichtigkeit = o und der ihr zukommenden Elasticität = p auf die doppelte Dichtigkeit = o' zusammengedrückt, so würde auch p' = 2 p werden, zugleich aber Wärme entweichen, und p' könnte erst diesen angegebenen Werth erhalten, wenn die für die ansänglichen Größen p und o beobachtete Temperatur wieder hergestellt ware. Gesetzt aberdie durch Verminderung des Volumens frei werdende Wärme könnte sich nicht zerstreuen, dann würde die Elasticität der auf die Hälfte des Volumens zusammengedrückten Luft nach der obenstehenden ersten Formel, wenn e' = 2 g und k = 1,375 gesetzt wird, p' = 2,593 werden. Die hiernach entstehende grosere Elasticität ist demnach als eine. Wirkung erhöheter Temperatur oder des durch Verminderung des Volumens verdichteten Wärmestoffes anzusehen. Dürfte man nun annehmen, dals diese höhere Elasticität durch vermehrte Warme erzeugt wäre, und ließe sich die zu dieser erhöheten Elasticität erforderliche Wärme aus der Formel 2: 2,593 = 1: +t 0,00375 finden, so würde man 79°C. erhalten, und um so viel müste also die Wärme durch die schnelle und ohne Wärmeverlust geschehene Compression bis zur doppelten Dichtigkeit vermehrt seyn. Diese hiernach also vorausgesetzte Erhöhung der Temperatur kann auf gleiche Weise auch nach der zweiten oben mitgetheilten Formel gefunden werden. Wird in dieser $\theta = 0$ und $\varrho' = 2\varrho$ gesetzt, so ist

6' = 260°,67 × 20,375 — 366°,67 = 79°,16°C. wie oben. Würde die hiernach auf das Doppelte ihrer Dichtigkeit zusammengepreiste Luft eben so schnell wieder bis zur einfachen Dichtigkeit expandirt, so würden die 79°°C. erforderlich seyn, um den vermehrten Raum zu erfüllen, und die Temperatur würde wieder auf das frühere 0°°C. herabgehen. Eine solche schnell wechselnde Verdichtung und Verdünnung der Luft soll nach La Place bei der Fortpflanzung der Schallwellen durch dieselbe statt finden, und hieraus die Größe des in einer gegebenen Zeit durchlaufenen Raumes erklärbar seyn 1. Porsson berechnet ferner, daß bei einer Temperatur von 0°°C. durch eine Compression der Luft auf das Fünffache ihrer Dichtigkeit 221°°C. Wärme frei wer-

¹ Vgl. Schall, Fortpflanzung desselben.

den mülsten, und hält dieses für hinreichend, um Schwamm zu entzünden. worauf die Wirkung des Tachopyrion gegründet ist 1; allein eine fünffache Verdichtung wird zur Hervorbringung einer Entzündung des Schwammes schwerlich genügen. theils weil die hierdurch freiwerdende Wärme von 221° C. hierzu nicht ausreicht, theils weil ein Theil derselben von den Umgebungen absorbirt wird. Eine zehnfache Compression dagegen würde bei 0° C. eine Vermehrung der Wärme von 365°,7 C. geben, und kann mit vollem Rechte als genügend zur Schwammentzündung angesehen werden 2. Dabei ist jedoch wohl zu berücksichtigen, dass in den beiden angegebenen Beispielen Luft von 0°C. Temperatur angenommen, also $\theta = 0$ gesetzt wurde; man erhält aber andere Werthe nach der obigen zweiten Formel. wenn & gleichfalls eine Größe hat, und zwar größere, wenn es positiv und kleinere, wenn es negativ ist. So würde man in den beiden Beispielen für eine doppelte und eine zehnfache Verdichtung, wenn man von einer Temperatur = 15°C. ausginge, oder &= 15° C. gesetzt, statt 79°,16 und 365°,7 vielmehr 98°,61 und 401°,28 erhalten. Soll daher der Werth von k durch Versuche genauer bestimmt werden, wozu das von PRECHTL angewandte Verfahren 3 vorzugsweise geeignet scheint, so ist auch dieser Umstand sehr zu berücksichtigen. Endlich bleibt noch die Frage zu beantworten, ob der Werth von k für alle Gasarten der nämliche ist. Aus den oben erwähnten Versuchen von HAYCRAFT scheint dieses allerdings zu folgen, jedoch kann eine völlig genügende Beantwortung nur durch wiederholte genaue Versuche erhalten werden.

Auch Ivony hat gezeigt, wie sich das Verhältnis zwischen der Dichtigkeit, Elasticität und Wärme der Gasarten bestimmen lasse, wobei er ähnliche Resultate findet als Poisson, in der Art der Behandlung des Gegenstandes aber etwas abweicht 4. Seine nicht schwierige Darstellung der Sache ist im Wesent-

¹ Vgl. Feuerzeug, pneumatisches.

² Nach den durch Frankenheim in Zeitschrift für Physik und Math. II. 313 mitgetheilten Formeln, welche im Art. Wärme näher berücksichtigt werden sollen, ist die entbundene Wärme ungleich geringer, und soll die Entzundung des Schwammes aus der Absorption eines Theiles Luft durch den Schwamm erklärlich seyn.

³ G. LXXVI. 249.

⁴ Philos. Mag. LXVI. 1. ff. Vgl. Erde Th. III. S. 1056.

lichen folgende. Wenn p und ϱ die Elasticität und Dichtigkeit der Luft, τ , ϑ , ι die ursprüngliche, eine hinzu – oder hinweggekommene und die durch Verdickung oder Verdünnung ausgeschiedene oder absorbirte Wärme bezeichnen (also

$$t = \tau + \theta + i) \text{ so ist } \varrho = \varphi\left(\frac{1 + \alpha \tau + \alpha \iota}{1 + \alpha \tau}\right)$$

$$p = \varphi\left(\frac{1 + \alpha \tau + \alpha \iota}{1 + \alpha \tau}\right) \times \frac{1 + \alpha \tau + \alpha \iota + \alpha \theta}{1 + \alpha \tau},$$

worin a den Coefficienten der Ausdehnung der Luft durch Wärme bezeichnet. Dass diese beiden Functionen von einander abhängig sind, bemerkt Ivony zwar nicht, allein es ist außerdem bekannt. Um diese Functionen zu bestimmen, benutzt lvont die schon erwähnten Versuche von GAY-Lüssac und WELTER nebst den früheren von Clément und Desonmes, welche in einen Ballon mit Luft von geringerer Dichtigkeit andere von größerer Dichtigkeit strömen ließen, und dabei den Wechsel der Dichtigkeiten, Elasticitäten und Temperaturen verglichen. Die Aufgabe specieller betrachtet wurden 1. diese Größen für den anfänglichen Zustand = p; ϱ ; $\tau + \vartheta$ bemerkt, dann 2. eine Quantität Lust exantlirt, und hierfür p- 3p; e- 3e; r+++0 gefunden, dann 3. eine Quantität Luft hineingelassen, bis die ursprüngliche Elasticität wieder hergestellt war, wonach also p; $\rho - \delta \rho + \delta' \rho$; $\tau + \iota + \vartheta + \delta' \iota$ gefunden wurden, indem do und d' die Vermehrung der Dichtigkeit und die hierdurch frei gewordene Wärme bezeichnen. Als darauf die sich zerstreuet hatte, erhielt man 4. die Werthe $p - \delta' p$; $\varrho - \delta \varrho + \delta' \varrho$; Für diese Zustände unter 1, 2 und 4 war demnach $\tau + \iota + \vartheta$.

$$\frac{\delta p}{p} = \frac{\delta \varrho}{\varrho} ; \frac{\delta' p}{p} = \frac{\delta \varrho - \delta' \varrho}{\varrho}$$
$$\frac{\delta' p}{p} = \frac{\delta \varrho - \delta' \varrho}{\delta \varrho} = \frac{h - h''}{h - h'}$$

also

wenn h; h'; h'' die Barometerhöhen bezeichnen, welche zu p; $p - \delta p$; $p - \delta' p$ gehören. Wird dann $\frac{h - h''}{h - h'} = e$ gesetzt, so erhält man $\delta \varrho - \delta' \varrho = e \cdot \delta \varrho$. Indem aber im ersten und dritten Versuche die Elasticitäten gleich waren, so kann man setzen

$$\frac{\delta\varrho-\delta'\varrho}{\varrho}=\frac{e.\delta'\varrho}{\varrho}:=\frac{\alpha\delta'\iota}{\iota+\alpha\tau+\alpha\iota+\alpha\vartheta'}$$

welches integrirt

$$p^{\alpha} = C(1 + \alpha \tau + \alpha \iota + \alpha \vartheta)$$

wird. Indem aber für i = 0 auch $\rho = 1$ wird, so ist

$$e^{\alpha} = \frac{1 + \alpha \tau + \alpha \iota + \alpha \vartheta}{1 + \alpha \tau + \alpha \vartheta}.$$

CLÉMENT und DESORMES erhielten in einem Versuche h— h" = 0m,00361; h— h' = 0m,01021 also e = 0,3535; GAX-LÜSSAC und Welter fanden e = 0,37244. Ob diese Resultate vollkommen genau sind, ist eine schon oben aufgeworfene Frage von großer Wichtigkeit für die Theorie der expansibelen Flüssigkeiten. So viel ist gewiß, daß die französischen Physiker ein Interesse daran haben, diesen Werth nicht zu klein zu finden, weil hierauf die Haltbarkeit von LA PLACE'S Theorie über die Fortpflanzung des Schalles durch die Lust beruhet, und PRECHTL¹ findet ihn wirklich etwas kleiner, als er hier angegeben ist, wie dieses aus den erhaltenen Resultaten folgt ². Ivory meint, man würde sich von der Wahrheit nicht merklich entfernen, wenn man e = ½ setzte, woraus dann

$$e = \left(\frac{1 + \alpha \tau + \alpha \iota}{1 + \alpha \tau}\right)^{3}$$

$$p = \left(\frac{1 + \alpha \tau + \alpha \iota}{1 + \alpha \tau}\right)^{3} \times \frac{1 + \alpha \tau + \alpha \iota + \alpha \theta}{1 + \alpha \tau}$$

und $\theta = 0$ gesetzt,

$$P = \left(\frac{1 + \alpha \tau + \alpha \iota}{1 + \alpha \tau}\right)^4 = e^{\frac{4}{3}}$$

folgen würde, welchen letzteren Werth Poisson früher gleichfalls gefunden hat 3. Heißt dann V' das als Einheit angenommene ursprüngliche Volumen der Luft für eine Dichtigkeit = 1 und V das Volumen für eine Dichtigkeit = 2, so ist

$$\varrho = \frac{\mathbf{v}'}{\mathbf{v}}$$

und hierin substituirt

$$\frac{\frac{1+\alpha\tau+\alpha\iota}{1+\alpha\tau}=\left(\frac{V'}{V}\right)^{\frac{1}{2}}}{\frac{1+\alpha\tau+\alpha\iota+\alpha\theta}{1+\alpha\tau}=\frac{V}{V'}. p}$$

¹ a. a. O.

² Vgl. Th. III. S. 1051.

³ Gonnoiss. de Tems. 1826.

Die erste Gleichung ist sehr wichtig, in so fern hiernach die gebundene oder freiwerdende Warme bei schnell wechselndem Drucke dem einfachen Abstande der ponderabelen Gasmolecülen proportional ist, welches Newton's oben angegebene Erklärung bestätigen würde; die zweite Gleichung ergiebt, das bei gleichbleibendem Drucke das Volumen den Warmeänderungen proportional ist, und giebt also eine Bestätigung des durch Dalton und Gay-Lüssac aufgefundenen Gesetzes 1.

Endlich lassen sich hier noch diejenigen Untersuchungen anknüpfen, welche HENRY MEIKLE über das Verhältnis der Wärme, Dichtigkeit und Expansion der Gasarten angestellt hat, und worin die so eben mitgetheilten Arbeiten von LA PLACE, Poisson und Ivony berücksichtigt werden 2. Als die wichtigste Folgerung, welche MEIKLE aus seinen Betrachtungen erhält, verdient es angesehen zu werden, dass nach dem Verhältnisse der specifischen Wärme der Gasarten unter einem gleichen Volumen zu der unter gleichem Drucke, welches er =3: 4 annimmt, die Repulsion ihrer Atome dem Quadrate des Abstandes umgekehrt proportional seyn soll. NEWTON's angenommene Repulsion jener Elemente, welche dem einfachen Verhältnisse ihres Abstandes umgekehrt proportional seyn soll, findet er unstatthaft, dagegen die von ihm angenommene so wohl begründet, dass er daraus einen Beweis für jenes von ihm gefundnne Verhältniss der Warme herleitet, welches übrigens dem nach GAY - Lüssac und Welter angenommenen = 1:1,375 sehr nahe kommt 3.

Aus den sämmtlichen hier mitgetheilten Untersuchungen über das Wesen und die Eigenschaften der Gase ergiebt sich also, daß La Place's Theorie, welche zugleich den Aggregatzustand der festen, sowohl als auch der flüssigen Körper am genügendsten erklärt, vorzugsweise geeignet ist, das Gesammtverhalten der Gasarten unter allgemeine Gesetze zu bringen, und dem forschenden Verstande anschaulich darzustellen. Die meisten

¹ Die Abhandlung Ivorv's findet man auch mit einigen Verbesserungen von Druckfehlern in Fraussac Büllet. des Sc. math. phys. et chim. 1826. Nr. 4. p. 238.

² S. Edinb. New Phil. Journ. Nr. 2. p. 332. Nr. 4. p. 328.

⁵ S. Ebend. Nr. 4. p. 391.

Physiker sind auch derselben seitdem beigetreten, und sie verdient allerdings so lange beibehalten zu werden, bis sich Erscheinungen zeigen, welche derselben widersprechen, oder bis eine alle bekannte Thatsachen consequenter und genügender erklärende Hypothese aufgefunden wird. Indes ist dabei noch Folgendes zu berücksichtigen:

1. LA PLACE legt den wägbaren Atomen der Gasarten anziehende und abstoßende, in unmelsbar geringe Fernen wirkende, also Flächenkräfte bei 2. Anziehende Kräfte dieser Art müssen wohl angenommen werden, denn die Gasarten gehen in den Zustand der tropfbaren Flüssigkeit und der Festigkeit über, in welchen beiden Aggregatformen der Körper die Wirksamkeit einer anziehenden Kraft nicht zu verkennen ist. auch folgt mit einem hohen Grade der Nothwendigkeit aus bekannten Naturerscheinungen, dass die Wirksamkeit dieser Kräfte in melsbarer Entfernung verschwinden muls. Ganz etwas anderes ist es aber mit den abstolsenden Flächenkräften. Abgesehen davon, dals keine Naturerscheinung dieselben nothwendig fordert, sobald man der Wärme eine eigenthümliche Repulsionskraft beilegt, würde es schwer seyn, ein solches gegenseitiges Verhältniss beider widerstreitenden Kräfte aufzufinden, als zur Erklärung des bekannten Verhaltens der Körper nothwendig seyn würde. Wenn aber die Molecülen der Gasarten eine Repulsionskraft besitzen, so läßt sich fragen, warum sie diese nicht auch gegen die Wärme äußern? Dieses anzunehmen hat einige Schwierigkeit, in so fern bei einem Uebergewichte dieser abstoßenden Kraft gegen die ihr entgegengesetzte anziehende alle Wärme den Erdball allmälig verlassen müßste. Es scheint mir daher ungleich einfacher, den Atomen der wägbaren Körper bloss Anziehungsflächenkraft (neben der Newton'schen Massenanziehung) beizulegen, welche sie sowohl unter sich als auch gegen die Wärme äußern, und Wobei dann aus der specifischen Intensität beider und der Spannung der Wärme, als Folge ihren vorhandenen absoluten Menge, der verschiedene

¹ Die Theorie, welche HERAPATH über Wärme und Gasarten in Ann. of Phil. New Ser. Nr. I., II., III. und IV. p. 197 aufgestellt hat, übergehe ich, weil sie zulsehr gekunstelt und zu wenig befriedigend ist.

² Vgl. Flächenkraft.

VI. Bd.

Aggregatzustand der Körper erklärlich würde. Das gesammte Verhalten der Gasartén und der Dämpfe bis auf seine verschiedensten Modificationen herab, ist aus dieser Hypothese einer anziehenden Flächenkraft der Molecülen ihrer ponderabelen Grundlagen gegen einander und gegen die Wärme, und einer dieser entgegenwirkenden repulsiven Flächenkraft der letzteren unter sich so leicht und vollständig erklärbar, dass man dieses mit Recht als eine bedeutende Stütze der ganzen Hypothese ansehen kann.

2. Soll übrigens die Hypothese vollkommen deutlich und verständlich seyn, so fordert sie zugleich eine nähere Entscheidung über das Wesen der Wärme, welche von LA PLACE keineswegs vollständig gegeben ist, ja es wird nicht einmal ausdrücklich bestimmt, ob die Wärme eine bloße Kraft sey oder ihr eine materielle Basis zum Grunde liege, obgleich dieses Letztere aus der gesammten Darstellung mit ziemlicher Gewißheit gefolgert werden darf. Inzwischen kann man bei der Untersuchung der Gasarten und ihres Verhaltens nicht sowohl dieses aus den über das Wesen der Warme aufgestellten Principien erklären, als vielmehr letzteres aus jenem zu ergründen oder näher zu bestimmen sich bestreben 1.

II. Chemische Natur der Gase.

Dass die Gase als Verbindungen der Wärme mit wägbaren Stoffen zu betrachten sind, ist bereits oben abgehandelt worden. Deshalb kann hier nur von den in den Gasarten vorkommenden wägbaren Stoffen die Rede seyn.

1. Die wägbaren Stoffe, welche sich als Gase darstellen, sind 24, nämlich: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Chlor, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Kohlenwasserstoff im Minimum und im Maximum, Phosphorwasserstoff, schweflige Säure, Hydrothionsäure, Selenoxyd, Hydroselensäure, Hydriodsäure, Hydrobromsäure, Chloroxydul, Chloroxyd, Salzsäure, Fluorboron, Stick-

¹ Da wir bei der Aufündung der Naturgesetze hauptsächlich auf Binfachheit bedacht seyn müssen, so habe ich versucht, auch die Wirkungen der Wärme auf blosse Anziehung zurückzuführen, wonach also liquide und gasförmige Körper als in mehr oder weniger Wärme aufgelöset anzusehen wären, allein bis jetzt habe ich hierfür noch keine haltbare Hypothese auffinden können.

owydul, Stickowyd, Ammoniak, Cyan, Fluorsilicium, Arsenik-wasserstoff.

Aus dieser Uebersicht ergiebt sich: 1. Mehrere unzerlegte Stoffe haben Gasgestalt. 2. Alle ansammengesetzte Stoffe, welche Gasgestalt haben, enthalten wenigstens einen von diesen gasförmigen unzerlegten Stoffen; es ist keine Verbindung von zwei nicht gasförmigen Stoffen bekannt, welche sich als Gas darstellt; wir müssen also den Sauerstoff, der sich im Kohlenoxyd, der Kohlensäure, u. s. w. vorfindet, den Wasserstoff der Hydrothionsäure, Hydriodsäure u. s w. als die Ursachen ansehen, dass auch diese Verbindungen noch Gasgestalt besitzen. Obgleich daher das Fluor nicht für sich bekannt ist, so kann man doch aus dem Umstande, dass Fluorsilicium Gasgestalt besitzt, schließen, dass das Fluor für sich ebenfalls dieselbe besitze. 3. Nach den Versuchen von FARADAY sind Sauerstoffgas, Wasserstoffgas und Stickgas nicht durch verstärkten äußern Druck und Kälte zu verdichten, dagegen viele ihrer Verbindungen, wie Kohlensäure, Hydrothionsäure, Cyan u. s. w. Die einfachen Stoffe haben also noch mehr Streben zur Gasform. als diejenigen ihrer Verbindungen, welche sich unter den gewöhnlichen Umständen ebenfalls gasförmig zeigen. 4. Es giebt keine Verbindung von mehr als zwei Stoffen welche ein Gas zu bilden im Stande, wäre. Selbst das Cyangas wird durch das Hinzutreten des so elastischen Wasserstoffs in eine Verbindung, die Blausäure, verwandelt, welche unter den gewöhnlichen Umständen eine tropfbare Flüssigkeit darstellt.

Aus allen diesen Betrachtungen ergiebt sich deutlich, dass die obengenannten einfachen Stoffe, wie Sauerstoff, Wasserstoff u. s. w. am meisten Affinität gegen die Wärme, und also das größte Bestreben haben, damit ein Gas zu bilden, und dass diese Affinität derselben gegen Wärme in dem Verhältnisse abnimmt, als diese gasförmigen einfachen Stoffe sich entweder unter einander oder mit andern Stoffen verbinden, und damit andere Affinitäten befriedigt werden.

II. Je nach der Beschaffenheit des in den verschiedenen Gasen entkaltenen wägbaren Stoffes zeigen dieselben verschiedene dene chemische Verhältnisse, nach welchen sie auf verschiedene Weise eingetheilt werden können.

1. Je nachdem die Gase in Hinsicht des Verbrennungsactes ein verschiedenes Verhalten zeigen, kann man sie eintheilen

- a. in Zündende, wie Sauerstoffgas und Chlorgas; b. in Verbrennliche, wie Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas, hydrothionsaures Gas, hydroselensaures Gas, Ammoniakgas, Arsenikwasserstoffgas; und c. in solche, welche auf keine von beiden Weisen zur Verbrennung beitragen können, wohin die übrigen gehören, die sich dann noch in saure und nicht saure eintheilen lassen.
- 2. Auch nach der Athembarkeit sind die Gase in verschiedene Classen getheilt worden. Streng genommen ist die atmospärische Luft das einzige athembare Gas, d. h. ein solches, welches auch bei anhaltendem Gebrauche dem Körper nicht nachtheilig wird. Jedoch auch das reine Sauerstoffgas, welches bei längerem Gebrauche eine zu rasche Oxydation des Blutes bewirken möchte, aber bei kürzerem sehr gut ertragen wird, pflegt man zu den athembaren Gasen zu rechnen.

Alle übrige Gase sind irrespirabel oder mephitisch, d. h. sie wirken bei fortgesetzten Einathmen schädlich. Diese schädliche Wirkung ist entweder blos eine negative, oder zugleich eine positive. Da zum Bestehen des Lebens nöthig ist, dass fast ununterbrochen ein solches Gasgemenge in die Lunge gelangt, welches Sauerstoffgas enthält, sofern blos dieses Gas die Umwandlung des venösen Bluts in arterielles zu bewirken vermag, so muss das Einathmen eines jeden fremden Gases negativ schädlich wirken, weil, so lange dieses eingeathmet wird, kein Sauerstoffgas in die Lunge gelangt. Als Gase, welche bloss in dieser Besiehung schädlich wirken und erst bei wiederholtem Einathmen dieselben Beschwerden veranlassen, wie wenn das Athmen während dieser Zeit völlig unterbrochen gewesen wäre, sind das Stickgas und das reine Wasserstoffgas zu betrachten; Beimengung von Sauerstoffgas hebt ihre negativ schädliche Wirkung auf. Die meisten übrigen Gase zeigen jedoch neben dieser negativ schädlichen Wirkung zugleich eine positiv schädliche. Letztere ist von doppelter Art. Die in die Lange gelangenden Gase werden nämlich theils vom Blute absorbirt, und bringes in diesem solche chemische Veränderungen hervor, dass dasselbe noch weniger geschickt ist, die Lebensverrichtungen zu unterhalten als das reine venöse Blut, und dass dasselbe dann die Lebensverrichtungen stört, wie z. B. die Hydrothionsäure, das Nervensystem narkotisch afficirt. Gewisse Gase, nämlich das Chlorgas und die sauren Gase bewirken außerdem durch ihren

heftigen Reiz beim Einathmen einen gewaltsamen krampfhaften Zustand in den Luftzellen der Lungen und in dem ganzen Athmungsapparate, wodurch nicht bloß das Athmen unterbrochen, sondern auch der Blutlauf durch die Lungen unterdrückt, und ein asphyktischer Zustand augenblicklich hervorgerufen wird-Diese Gase werden bisweilen als irrespirabele im engern Sinne unterschieden, weil der durch sie hervorgebrachte Krampf ihr Einathmen wirklich hindert.

III. Nach der atomistischen Ansicht sind in den Gasen die einzelnen Atome der wägbaren Stoffe mit einer Wärmesphäre umgeben 1. Nimmt man an, dass diese Wärmesphären bei den verschiedenen Gasen gleich groß seyen, so würde hieraus folgen, dals ein Mals des einen Gases gerade so viel Wärmesphären und also auch Atome enthalten misse, wie ein gleiches Mass irgend eines andern, und also, dass sich das specisische Gewicht der Gase gerade so verhalte, wie das Gewicht der darin enthaltenen Atome. Allein dass diese Annahme nicht allgemein gültig sey, ergiebt sich aus folgender Betrachtung! Aus 1 Mals Chlorgas und 1 Mals. Wasserstoffgas entspringen 2 Mass salzsaures Gas. Nehmen wir nach Obigem an, das 1 Mass Chlorgas habe x Atome Chlor enthalten und das 1 Mals Wasserstoffgas x Atome Wasserstoff, so mulsten aus deren Vereinigung x Atome Salzsaure entstehen, und diese hätten als Gas nicht mehr Raum einnehmen dürfen, als x Atome Chlor oder Wasserstoff, kurz nach obiger Annahme hätte nur 1 Mass salzsaures Gas entstehen müssen. Wiewohl demnach diese Annahme in Bezug auf diejenigen Gase widerlegt ist, deren wägbare Basis zusammengesetzt ist, so wird sie doch von vielen ausgezeichneten Chemikern noch in Bezug auf die einfachen Gasarten festgehalten, und es wird hiernach angenommen, dass in-1 Mass Sauerstoffgas eine genau ehen so große Anzahl Atome enthalten sey, wie in 1 Mass Wasserstoffgas, Stickgas oder Chlorgas, und dass das specifische Gewicht des Sauerstoffgases sich zu dem des Wasserstoffgases verhalte wie das Gewicht eines Atoms Sauerstoff zum Gewichte eines Atoms Wasserstoff u. s. w. Andere Chemiker nehmen an, dass auch bei den Gasarten, deren wägbare Basis unzerlegt ist, eine Verschiedenheit in der Größe der Wärmesphäre vorkommt; dass na-

¹ Vergl. oben: Wesen der Gasform u. a. a. O.

Die erste Gleichung ist sehr wichtig, in so fern hiernach die gebundene oder freiwerdende Warme bei schnell wechselndem Drucke dem einfachen Abstande der ponderabelen Gasmolecülen proportional ist, welches Newton's oben angegebene Erklärung bestätigen würde; die zweite Gleichung ergiebt, das bei gleichbleibendem Drucke das Volumen den Wärmeänderungen proportional ist, und giebt also eine Bestätigung des durch Dalton und Gay-Lüssac aufgefundenen Gesetzes 1.

Endlich lassen sich hier noch diejenigen Untersuchungen anknüpfen, welche HENRY MEIKLE über das Verhältniss der Wärme, Dichtigkeit und Expansion der Gasarten angestellt hat, und worin die so eben mitgetheilten Arbeiten von LA PLACE, Poisson und Ivony berücksichtigt werden 2. Als die wichtigste Folgerung, welche MEIRLE aus seinen Betrachtungen erhält, verdient es angesehen zu werden, dass nach dem Verhältnisse der specifischen Warme der Gasarten unter einem gleichen Volumen zu der unter gleichem Drucke, welches er =3: 4 annimmt, die Repulsion ihrer Atome dem Quadrate des Abstandes umgekehrt proportional seyn soll. NEWTON's angenommene Repulsion jener Elemente, welche dem einfachen Verhältnisse ihres Abstandes umgekehrt proportional seyn soll, findet er unstatthaft, dagegen die von ihm angenommene so wohl begründet, dass er daraus einen Beweis für jenes von ihm gefundnne Verhältnis der Warme herleitet, welches übrigens dem nach GAY - Lüssac und Welter angenommenen = 1:1,375 sehr nahe kommt 3.

Aus den sämmtlichen hier mitgetheilten Untersuchungen über das Wesen und die Eigenschaften der Gase ergiebt sich also, daß LA PLACE's Theorie, welche zugleich den Aggregatzustand der festen, sowohl als auch der flüssigen Körper am genügendsten erklärt, vorzugsweise geeignet ist, das Gesammtverhalten der Gasarten unter allgemeine Gesetze zu bringen, und dem forschenden Verstande anschaulich darzustellen. Die meisten

¹ Die Abhandlung Ivort's findet man auch mit einigen Verbesserungen von Druckfehlern in Fraussac Büllet. des Sc. math. phys. et ehim. 1826. Nr. 4. p. 238.

² S. Edinb. New Phil. Journ. Nr. 2. p. 332. Nr. 4. p. 328.

³ S. Ebend. Nr. 4. p. 391.

Physiker sind auch derselben seitdem beigetreten , und sie verdient allerdings so lange beibehalten zu werden, bis sich Erscheinungen zeigen, welche derselben widersprechen, oder bis eine alle bekannte Thatsachen consequenter und genügender erklärende Hypothese aufgefunden wird. Indes ist dabei noch Folgendes zu berücksichtigen:

1. LA PLACE legt den wägbaren Atomen der Gasarten anziehende und abstossende, in unmelsber geringe Fernen wirkende, also Flächenkräfte bei 2. Anziehende Kräfte dieser Art müssen wohl angenommen werden, denn die Gasarten gehen in den Zustand der tropfbaren Flüssigkeit und der Festigkeit über, in welchen beiden Aggregatformen der Korper die Wirksamkeit einer anziehenden Kraft nicht zu verkennen ist, auch folgt mit einem hohen Grade der Nothwendigkeit aus bekannten Naturerscheinungen, dass die Wirksamkeit dieser Kräfte in meßbarer Entfernung verschwinden muß. Ganz etwas anderes ist es aber mit den abstoßenden Flächenkräften. Abgesehen davon, dass keine Naturerscheinung dieselben nothwendig fordert, sobald man der Wärme eine eigenthümliche Repulsionskraft beilegt, würde es schwer seyn, ein solches gegenseitiges Verhältniss beider widerstreitenden. Kräfte aufzufinden, als zur Erklärung des bekannten Verhaltens der Körper nothwendig seyn würde. Wenn aber die Molecülen der Gasarten eine Repulsionskraft besitzen, so läßt sich fragen, warum sie diese nicht auch gegen die Wärme äußern? Dieses anzunehmen hat einige Schwierigkeit, in so fern bei einem Uebergewichte dieser abstolsenden Kraft gegen die ihr entgegengesetzte anziehende alle Wärme den Erdball allmälig verlassen müßste. Es scheint mir daher ungleich einfacher, den Atomen der wägbaren Körper blos Anziehungsflächenkraft (neben der Newton'schen Massenanziehung) beizulegen, welche sie sowohl unter sich als auch gegen die Wärme äußern, und Wobei dann aus der specifischen Intensität beider und der Spannung der Wärme, als Folge ihren vorhandenen absoluten Menge, der verschiedene

¹ Die Theorie, welche HENAPATH über Wärme und Gasarten in Ann. of Phil. New Ser. Nr. 1., II., III. und IV. p. 197 aufgestellt hat, übergehe ich, weil sie zu sehr gekünstelt und zu wenig befriedigend ist.

² Vgl. Flächenkraft.

Steinkohlen, zugleich aber auch aus Torf, Holz, und anderen vegebilischen Substanzen durch trockne Destillation erhaltene Gas verbrannte, und vorschlug, dasselbe in Röhren fortzuleiten, und zum Erleuchten zu verwenden. Es wurde dieses nicht bloß mit 70 F. langen Röhren, welche in verschiedene Mündungen endigten, ausgeführt, sondern man machte auch sogleich tragbare Lampen mit Schläuchen von verschiedenen Stoffen. Nach einiger Unterbrechung zeigte Mundoch 1797 diese Beleuchtungsart in größerer Ausdehnung einer großen Menge von Zuschauern; fing im folgenden Jahre an, die große Watt - und Boulton'sche Fabrik in Birmingham auf diese Weise zu erleuchten, welches er auch nach mehreren Abänderungen des Waschens und Reinigens der erhaltenen Gasart vollkommen zu Stande brachte 1. Die Nachricht hiervon bewog LAMPADIUS in Freiberg die Versuche zu wiederholen, indem er nicht bloss das aus Steinkohlen erhaltene Gas zum Erleuchten, sondern auch das aus Holz dargestellte zum Rösten der Erze zu benutzen vorschlug, und zugleich die hierbei gewonnene Holzsäure und das Theer als Nebenproducte zweckmäfsig zu verwenden suchte.

Vorzüglich wurde die Aufmerksamkeit des Publicums erregt, als der Bürger Lebon 1799 das aus Holz gewonnene Gas zur Beleuchtung seines Hauses und Gartens benutzte, womit er 1801 zu Stande kam, diese Spielerei für Geld sehen ließ, und weil er den Apparat zugleich zur Heizung und zur Erleuchtung anwenden wollte, so nannte er ihn Thermolampe 2. Von die-

¹ Phil. Trans. 1808. I. Bibl. Brit. XLI. 68. G. XLII. 359. Vergl. XXII. 54.

² Voigt Mag. III 841. Franz. Ann. von Pfaff und Friedlander 1802. I. 47. Vergl. eine ähnliche Vorrichtung von Warren in Repert. of Arts and Manufact. Nro. 49. Bibl. Brit. XXXVI. 70. Von Lebor's Thermolampe, einer bloßen physikalischen Belustigung, worüber er sich ein brevet d'invention geben ließ findet man ausführliche Nachricht in einer Anmerkung von Gilbert in dessen Ann. X. 491. Verbessert ist dieselbe durch Dr. Kretschwar, s. ebend. XIII. 491. Sie kam indes nicht in ökonomischen Gebrauch, so viel man sich auch in Deutschland bemühete, die vermeintliche neue Erfindung zweckmäßig hierfür einzurichten, und so vielfach sie auch angepriesen wurde, z. B durch J. B. Wenzlen in seiner kleinen Schrift: Beschreibung einer Thermolampe oder eines Leucht- und Spafosen, welcher alle Zimmer im ganzen Hause heizen und beleuchten kann. Passau 1802. 8. Die Ursachen hat gleichfalls Gibbert angegeben. S. Ann. XXII. 51. In der Hauptsache erfordert nämlich die Verschließung

ser Zeit an wurde das Bestreben sehr allgemein, durch das Verkohlen des Holzes nicht sowohl Leuchtgas, als vielmehr die zugleich erzeugte Holzsäure zu gewinnen, welche im Wesentlichen aus concentrirter Essigsäure mit empyrheumatischem Oeleverunreinigt besteht, und durch diesen Process in großer Menge erhalten wird. Die ganze Sache zerfiel also in zwei verschiedene Zweige. Von der einen Seite war man bemüht durch Verkohlung des Holzes in verschlossenen Behältern die Essigsäure zu gewinnen, welche entweder von ihrem höchst widerlich bitteren Geschmacke (zuerst durch MOLLERAT 1) gereinigt und concentrirt oder mit Wasser verdünnt zum pharmaceutischen oder ökonomischen Gebrauche dient, 'oder zur Bildung von Salzen (Bleizucker, Grünspan, essigs. Thonerde u. s. w.) benutzt technisch verwandt wird 2, von der andern vervollkommte man die Gewinnung-des Leuchtgases aus Steinkohlen und Oelen, umdieses zur Erleuchfung zu benutzen. Ersteres geschah an sehr vielen Orten sowohl auf dem Continente als auch in England, kann aber als außer dem Kreise der vorliegenden Untersuchung befindlich hier nicht weiter berücksichtigt werden, in Letzterem aber sind die Engländer aus leicht begreiflichen Ursachen allen andern Nationen weit vorausgeeilt, und indem namentlich in in Deutschland diese Methode der Beleuchtung nur im Kleinen wenigen Städten, Fabrik und öffentlichen Häusern angewandt. wurde, sind sie es, welche gegenwärdig Anlagen dieser Art in einigen Hauptstädten zur Ausführung bringen. In England bildeten sich nämlich hauptsächlich wegen der Menge und Güte der vorhandenen Steinkohlen verschledene größere und kleinere Gesellschaften zur Uebernahme der Straßenbeleuchtung, welche in allen größeren Städten dieses Landes gegenwärtig durch Gaslicht geschieht. Wiederholte Versuche dieser Gesellschaften, unter

der Retorten oder Verkohlungsbehälter im Kleinen zu große Sorgfalt und Mühe, ohne diese aber ist der Geruch der entweichenden Gasart ganz unerträglich. Außerdem ist die Destillation der Steinkohlen in kleinen Räumen sohwierig, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird; wenn man aber Holz anwendet, so giebt die Flamme kein hiulängliches Licht, so daß ich nicht begreife, wie Leson bei seinen weit und breit gezeigten Versuchen so viel Helligkeit durch sein Holzgas hervorbringen konnte.

¹ S. Journ. de Phys. LXVII. 809.

² Vergl. G. XXII. 82. XXX. 893.

- a. in Zündende, wie Sauerstoffgas und Chlorgas; b. in Verbrennliche, wie Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, Phosphotwasserstoffgas, hydrothionsaures Gas, hydroselensaures Gas, Ammoniakgas, Arsenikwasserstoffgas; und c. in solche, welche auf keine von beiden Weisen zur Verbrennung beitragen können, wohin die übrigen gehören, die sich dann noch in saure und nicht saure eintheilen lassen.
- 2. Auch nach der Athembarkeit sind die Gase in verschiedene Classen getheilt worden. Streng genommen ist die atmospärische Luft das einzige athembare Gas, d. h. ein solches, welches auch bei anhaltendem Gebrauche dem Körper nicht nachtheilig wird. Jedoch auch das reine Sauerstoffgas, welches bei längerem Gebrauche eine zu rasche Oxydation des Blutes bewirken möchte, aber bei kürzerem sehr gut ertragen wird, pflegt man zu den athembaren Gasen zu rechnen.

Alle übrige Gase sind irrespirabel oder mephitisch, d. h. sie wirken bei fortgesetzten Einathmen schädlich. Diese schädliche Wirkung ist entweder bloss eine negative, oder zugleich eine positive. Da zum Bestehen des Lebens nöthig ist, dass fast ununterbrochen ein solches Gasgemenge in die Lunge gelangt, welches Sauerstoffgas enthält, sofern bloss dieses Gas die Umwandlung des venösen Bluts in arterielles zu bewirken vermag, so muss das Einathmen eines jeden fremden Gases negativ schädlich wirken, weil, so lange dieses eingeathmet wird, kein Sauerstoffgas in die Lunge gelangt. Als Gase, welche bloss in dieser Besiehung schädlich wirken und erst bei wiederholtem Einathmen dieselben Beschwerden veranlassen, wie wenn das Athmen während dieser Zeit völlig unterbrochen gewesen wäre, sind das Stickgas und das reine Wasserstoffgas zu betrachten; Beimengung von Sauerstoffgas hebt ihre negativ schädliche Wirkung auf. Die meisten übrigen Gase zeigen jedoch neben dieser negativ schädlichen Wirkung zugleich eine positiv schädliche. Letztere ist von doppelter Art. Die in die Iaunge gelangenden Gase werden nämlich theils vom Blute absorbirt, und bringen in diesem solche chemische Veränderungen hervor, dass dasselbe noch weniger geschickt ist, die Lebensverrichtungen zu unterhalten als das reine venöse Blut, und dass dasselbe dann die Lebensverrichtungen stört, wie z. B. die Hydrothionsäure, das Nervensystem narkotisch afficirt. Gewisse Gase, nämlich das Chlorgas und die sauren Gase bewirken außerdem durch ihren

heftigen Reiz beim Einathmen einen gewaltsamen krampshaften Zustand in den Lustzellen der Lungen und in dem ganzen Athmungsapparate, wodurch nicht bloss das Athmea unterbrochen, sondern auch der Blutlauf durch die Lungen unterdrückt, und ein asphyktischer Zustand augenblicklich hervorgerusen wird-Diese Gase werden bisweilen als irrespirabele im engern Sinne unterschieden, weil der durch sie hervorgebrachte Kramps ihr Einathmen wirklich hindert.

III. Nach der atomistischen Ansicht sind in den Gasen die einzelnen Atome der wägbaren Stoffe mit einer Wärmesphäre umgeben 1. Nimmt man an, dass diese Wärmesphären bei den verschiedenen Gasen gleich groß seyen, so würde hieraus folgen, dass ein Mass des einen Gases gerade so viel Wärmesphären und also auch Atome enthalten müsse, wie ein gleiches Mass irgend eines andern, und also, dass Sich das specisische Gewicht der Gase gerade so verhalte, wie das Gewicht der darin enthaltenen Atome. Allein dass diese Annahme nicht allgemein gültig sey, ergiebt sich aus folgender Betrachtung! Aus 1 Mals Chlorgas und 1 Mals Wasserstoffgas entspringen 2 Mass salzsaures Gas. Nehmen wir nach Obigem an, das 1 Mais Chlorgas habe x Atome Chlor enthalten und das 1 Mals Wasserstoffgas x Atome Wasserstoff, so mulsten ans deren Vereinigung x Atome Salzsaure entstehen, und diese hätten als Gas nicht mehr Raum einnehmen dürsen, als x Atome Chlor oder Wasserstoff, kurz nach obiger Annahme hätte nur 1 Mass salzsaures Gas entstehen müssen. Wiewohl demnach diese Annahme in Bezug auf diejenigen Gase widerlegt ist, deren wägbare Basis zusammengesetzt ist, so wird sie doch von vielen ausgezeichneten Chemikern noch in Bezug auf die einfachen Gasarten festgehalten, und es wird hiernach angenommen, dass in-1 Mass Sauerstoffgas eine genau ehen so große Anzahl Atome enthalten sey, wie in 1 Mass Wasserstoffgas, Stickgas oder Chlorgas, und dass das specifische Gewicht des Sauerstoffgases sich zu dem des Wasserstoffgases verhalte wie das Gewicht eines Atoms Sauerstoff zum Gewichte eines Atoms Wasserstoff u. s. w. Andere Chemiker nehmen an, dass auch bei den Gasarten, deren wägbare Basis unzerlegt ist, eine Verschiedenheit in der Größe der Wärmesphäre vorkommt; dals na-

¹ Vergl. oben: Wesen der Gasform u. a. a. O.

Die eben beschriebenen cylindrischen Retorten werden im Allgemeinen noch am meisten gebraucht, wenn gleich späterhin die von King angegebenen, großen, unten flachen und mit einem gewölbten Deckel versehenen, aus gewalztem Eisenbleche verfertigten, gleichfalls angewandt wurden 1. Außerdem Fig. hat man bei den ausgedehnten Gasapparaten in London große Fig. muschelförmige Retorten aus Gußeisen oder Schmiedeeisen zu-158 sammengesetzt, worin sich ein drehbares Rad befindet, 12 F. im Durchmesser haltend, dessen Sectoren die Pfannen von Eisenblech mit den zu destillirenden Steinkohlen aufnehmen, und deren Construction aus der bloßen Zeichnung deutlich wird. Ferner wendet man auch große rechtwinkliche Pfannen an, auf denen eigene Bleche mit Kohlen entweder auf Rollen hingerollt oder auf Unterlagen hingeschoben werden. Diese und ähnliche künstlichere Vorrichtungen haben indeß manche Unbequemlichkeiten, und werden daher im Ganzen nur wenig angewandt.

Ein großes Hinderniss ist das Verbrennen und dadurch bewirkte frühzeitige Abnutzen der Retorten, welche auch bei 3 Z. Metallstärke selten länger als 6 Monate aushalten sollen. Man hat hiergegen allerlei Mittel vorgeschlagen, vorzüglich Ueberzüge von feuerfestem Thon oder eine Glasur aus 2 Th. Lehm, 1 Th. Eisenfeilicht und 1 Th. Borax nach LAMPADIUS; allein wegen ungleicher Ausdehnung durch die Wärme bekommen solohe Ueberzüge leicht Risse und fallen ab. Weil aber das Verbrennen am leichtesten durch den freien Zutritt der atmosphärischen . Luft, zu der glühenden Obersläche erfolgt, so sucht man diesen möglichst abzuhalten. Es werden daher die Thüren der Schürlöcher genau schließend und fest gemacht, und die mittelbare Einwirkung des Feuers auf die Retorte wird vermieden. Fig. beides durch eine zweckmälsige Finrichtung der Oefen, wovon 159. Folgendes eine Uebersicht giebt. A ist der Aschenheerd mit dem Zugloche zur Unterhaltung des Feuers, C der Rost mit dem Brennmaterial, wovon die Flamme um die Retorte spielt, und durch dddd aieht der Rauch ab. Durch das Schürloch B wird das Brennmaterial erst auf der eisernen Platte au erwärmt, und dann auf den Rost geschoben, wobei indess die freie Luft durch den Zug der erhitzten, welche in dem Canale ddd d entweicht, nicht eindringen kann, während der Zug durch den Aschenheerd

¹ App. of Phil. VI. 405.

und den Rost das Feuer unterhält. Um die Retorten inwendig weniger abzunutzen und beim friechen Füllen nicht zu sehr etkalten zu lassen (einige Abkühlung bis zum Dunkelrothglühen ist für den Process der Destillation vortheilhaft) werden zuweilen die Kohlen in Kasten liegend hineingeschoben. Die neuesten vorgeschlagenen Retorten, Graftonian retorts von ihrem Erfinder genannt, sind von gebrannter Erde (fire brick), sollen länger hälten als eiserne und auch eine stärkere Hitze aushalten können, wodurch dann die Destillation vollständiger wird ¹.

Die Retorten werden in einen hinlänglich ziehenden, mit Rost und Aschenheerd versehenen Windosen so gelegt, dass sie mit einem passlichen Gewölbe aus vollkommen feuersesten, hierzu eigends versertigten gebrannten Steinen umgeben sind, damit das Feuer sie überall treffen und im Zustande des Hellrothglühens erhalten kann. Hierin ist ihre Lage so, dass die mit dem Deckel versehene Mündung nach vorn heraussteht, damit man frei hinzukommen, und die alten Kohlen herausnehmen, neue dagegen hineinbringen kann. Je nach der Localität befindet sich dann das Schürloch entweder an der nämlichen Seite, oder besser an der entgegengesetzten, wie eben gezeigt ist. In einen Heizofen kommen der cylindrischen oder ähnlichen Retorten eine oder zwei neben einander oder meistens noch eine Dritte freischwebend in der Mitte über den beiden unteren, oder endlich man legt bei großen Anstalten drei in eine untere Reihe und zwei in den Zwischenräumen über denselben; in jedem Falle ist die Einrichtung aber so, dass die von dem gewölbten oberen Theile des Ofens zurückstrahlende Hitze die von dem unter ihnen brennenden Feuer umspielten Retorten trifft. Die Hitze des Ofens noch zu andern Zwecken zu benutzen hat man nicht vortheilhaft gefunden, weil zur schnellen Gasentwickelung stets eine starke Hitze auf die Retorten wirken muß, um sie im Zustande des Glühens zu erhalten, jedoch pflegt man einen kleinen Dampsheizungsapparat mit dem Ofen in Verbindung zu bringen, um im Winter die Cisternen mit den Gasometern gegen das Einfrieren zu sichern. Außerdem will IBBETSON es für die schnelle und reichliche Gasbereitung vortheilhaft gefunden haben, wenn man Wasserdämpfe zu den Kohlen treten lässt 2.

¹ Congresse in Ann. of Phil. V. 415.

² S. London Journ, of arts 1825. I. p. 69. Dingler polyt. Journ. XVII. 91.

Wird das Gas aus Oel oder Thran u. s. w. bereitet, so sind die Vorrichtungen übrigens gleich, außer dass die Füllung der Retorten auf eine andere Weise geschieht, und zugleich müssen diese Fettigkeiten vorher erhitzt seyn, um den überflüssigen Wassergehalt aus ihnen zu entfernen. Auf welche Weise bei-Fig des bewerkstelligt wird, ergiebt sich aus der Zeichnung. A ist 160 die Retorte, B das Gefäls zum Erhitzen des Oeles, ccc der Canal, worin Rauch und erhitzte Luft zu diesem Behuf aufsteigt, e ein oben trichterformiges und nach Art einer Welter schen Röhre gekrümmtes Eingulsrohr. Indels werden diese Fettigkeiten, wenn sie in zu großer Menge auf einmal in die Retorte kommen, nicht zersetzt, sondern mindestens zum größten Theile destillirt, und sammeln sich dann im Flüssigkeitszustande in der Vorlage. Sollen sie ohne unnöthig großen Aufwand von Brennmaterial vollständig zersetzt werden, so müssen sie in kleinen Quantitäten mit der glühenden Oberstäche der Retorten in Berührung kommen und auf derselben herabsließen, weil sich sonst an der Stelle, wohin die Tropfen fallen, bald eine schwammige Kohle bildet, welche zur weiteren Zersetzung keine genügende Hitze mehr hergiebt. Dieses zu vermeiden, lässt man die Fettigkeiten aus der Einstußeröhre auf ein Bloch laufen, welches gegen den Horizont geneigt ist, und von diesem wieder auf ein anderes geneigtes, beide mit feinen Löchern versehen, durch welche das Fett in kleinen Tröpfchen herabträuselt. Außerdem wird das bereitete Gas noch durch ein glühendes Rohr geleitet, um die beigemischten Oeldampfe vollends zu zersetzen, auch füllt man bei der Anwendung des Thrans den Boden der Entbindungsretorte täglich einmal mit Coaks oder gemeinen Holzkohlen an, weil sonst die kirschrothe Glühhitze nicht hinreicht, die am Boden gebildete schwammige Masse zu zersetzen. Ber Zusatz wird ohne Verlust aus den Retorten genommen und sogleich ausgelöscht, auch soll das Gas der Erfahrung nach hierdurch verbessert werden. Das Oelgas bedarf übrigens keiner Reihigung, sondern geht blos zur Absetzung des unzersetzten Autheils an Oel durch eine Oelcisterne. Die verschiedenen Reinigungsapparate fallen also hierbei weg 1, ausgenommen, wenn man es eines geringen Antheils an Kohlensaure wegen, durch Wasser oder durch etwas Kalkmilch streichen läßt.

¹ S. RICARDO in Ann. of Phil. 1. 209.

Bei der Bereitung des Leuchtgases aus Steinkehlen wird zugleich eine beträchtliche Menge Theer abgesetst, welches zwar für sich benutzt, vortheilhafter, aber gleichfalls in Gas verwandelt werden kann. Man macht daher das erste Ableitungsrohr beträchtlich hoch, und nach der Gasmenge, welche in demselben absließen soll, verhältnilsmäßig sehr weit, damit das durch baldige Abkühlung in demselben niedergeschlagene Theer wieder in die Retorte zurücklaufe. Aus diesem Rohre geht dann ein anderes in das erste Gefäls, worin gleichfalls Theer und ammoniakalisches Wasser abgesetzt wird; und da die Compression des Gases stets nur auf höchstens einige Zolle Wasserhöhe gebracht werden darf, so ist es leicht, verschiedene Vorrichtungen durch heberförmige Röhren, Hähne und Schwimmer anzubringen, um die Flüssigkeit in diesen Gestälsen auf der erforderlichen Höhe zu erhalten, und die gehörige Menge Theer und ammoniakalische Wasser zu rechter Zeit abzuzapfen, oder auch frisches Wasser zuzugießen. Am zweckmäßigsten unter den vielen vorgeschlagenen, durch die Größe der Anstalt und selbst die Localität bedingten Einrichtungen möchten wohl diejenigen seyn, pach denen entweder das ganze Gefäß dicht verschlossen. oder nur ein kleineres luftdichtes in einem größeren umgestürzt befindlich ist, das größere aber, bloß mit einem Deckel bedeckte, um das Verdunsten der ammoniakalischen Flüssigkeit zu hindern, nach aufgehobenem Deckel eine freie Ansicht und ein Ausschöpfen der gewonnenen Nebenproducte verstattet. Die ohngefähre Construction dieser beiden Apparate ist folgende.Fig. Die Röhren a und b dienen als Zuleiter und Ableiter des Gases, 161. und können solcher auch mehrere sich in dem nämlichen Gefälse befinden; m n ist der luftdicht schlielsende Deckel, f ein Hahn zum Ablassen des Theers, g g eine heberförmige Röhre, aus deren Oeffnung h das ammoniakalische Wasser abfließt, wenn seine Menge zu groß wird, und wenn man diese verstopft, so kann auch Wasser durch den oberen Trichter nachgefüllt werden. Ein ähnlicher Apparat besteht aus dem offenen, mit einem beweglichen Deckel bedeckten Gefalse acdb, ingig. welchem ein anderes gasdicht verschlossenes A so umgestürzt162. ist, dass die sich ansammelnden Flüssigkeiten die untere Mündung nin desselben verschließen. Die Röhren g und f dienen zur Zuleitung und Ableitung des Gases, auch lassen sich ähnliche Vorrichtungen in diesem als in dem eben beschriebenen anbringen.

In diesem ersten Gefälse wird vorläufig die größere Menge Theer und Wasser abgeschieden, allein es bleibt bei dem Gase noch allezeit eine hinlängliche Menge, um insbesondere bei grofser Kälte sich abzuscheiden und die engen Mündungen der äußersten Röhrchen zu verstopfen. Um auch diesen Rest abzuscheiden und die hierzu erforderliche Kälte hervorzubringen. lässt man das Gas durch mehrere gerade oder schräg stehende Fig. Röhren a, a, a, strömen, welche am besten in unterirdischen 163.Raumen angebracht oder durch Verdunstung kühl erhalten werden, unten aber durch Wasser von der zur Sperrung des Gases erforderlichen Höhe gesperrt sind, in welchem sich nach und nach das Theer absetzt. Man pflegt diese oft in großer Anzahl verbundenen Röhren von Eisen oder Kupfer auch wohl in einen Behälter von Wasser zu stellen, leichter und besser ist es indels wohl, sie dem freien Luftzuge ohne directe Einwirkung der Sonnenstrahlen auszusetzen, und zur Erhaltung einer größeren Verdunstungskälte mit losem Wollenzeuge zu umgeben, an welchem aus einem oben angebrachten Gefalse vermittelst eines aus diesem über seinen Rand geschlagenen Streifens frisches Wasser stets herabläuft und sie unausgesetzt feucht'erhält.

beigemengten Kohlensäure und dem Schwefelwasserstoffgase gereinigt werden. Beides geschieht, wenn der Antheil des letzteren nicht zu groß ist, am zweckmäßigsten durch Kalkmilch oder Kalkbrei, welcher nach der anfänglichen Reinheit des Gases und des Kalkes dünner oder dicker seyn kann; im Mittel nimmt man 2 Lt. Kalk auf 1 Mass Wasser, auch wird gleichfalls in genähertem Werthe 1 Cub. F. Kohlensäure durch 4 Lt. Kalk und 1 Cub. F. Schwefelwasserstoffgas durch 41Lt. absorbirt. Das Gas wird nicht leicht hinlänglich gereinigt, wenn man es biols durch den Kalkbrei streichen lässt, auch würde letzterer hierdurch nicht vollständig gesättigt werden, und eine zu große Consumtion desselben erforderlich seyn. Man sucht daher die Menge der Berührungspuncte zwischen dem Kalke und dem Gase zu vergrößern, welches durch verschiedene, meistens durch folgende Vorrichtungen bewerkstel-Fig. ligt wird. Ein geeignetes, in seinem Innern durch wechselnde. 164.gegen den Horizont geneigte und mit umgebogenen Rändern versehene Bleche getrenntes Gefäs ist mit Kalkmilch gefüllt, welche durch die Röhre h gelassen und durch G erneuert werden kann. Der Eintritt des Gases geschieht durch die Röhre L

Nach dem Absetzen des Theers muss das Gas noch von der

aus welcher es abwechselnd durch die feinen, etwa 1 Lin. im Durchmesser haltenden Löchern a, a, a, a in kleinen Blasen aussteigt, unter den Blechen b, b, b, b hinstreicht, und endlich durch die Abzugsröhre k einen Ausweg findet. man die Menge der Berührungspuncte noch mehr vervielfältigen, so bringt man ein Getriebe an, welches entweder mit der Hand oder durch Gewichte oder vermittelst einer andern mechanischen Vorrichtung stets gedrehet wird, und die Kalkmilch ohne Unterlass durch einander rührt. Damit aber nicht die gesammte Masse hierdurch allmälig eine rotirende Bewegung erhalte und der Effect der Maschine diesemnach geschwächt werde, giebt man den Blasen eine entgegengesetzte Bewegung, wie durch folgende Vorrichtung bewerkstelligt wird. Das Gas tritt durchgig. die, über den ganzen Boden des Gefasses hingeleitete, an der 165. unteren Seite mit feinen Löchern versehene Röhre g ein, durch h wird die Kalkmilch abgelassen und durch k mit neuer vertauscht. Durch die Röhre m geht die Welle nn, welche entweder durch eine Stopfbüchse luftdicht gemacht ist, oder die Röhre m hat eine solche Länge, dass die in ihr enthaltene Flüssigkeit hinreicht, durch ihren Druck die Gasart so weit zu sperren, als die Spannung derselben erfordert. An der Welle befindet sich bei v ein Getriebe, welches in die Zähne der Räder y, y eingreift, diese nach entgegengesetzten Seiten umtreibt. und hierdurch die an den Wellen der Räder befestigten horizontalen Scheiben mit herabgebogenem Rande und einigen auf ihre Fläche lothrecht befestigten Blechen w, w, w in drehende Bewegung versetzen. Durch diese, nach entgegengesetzten Richtungen gehende Drehung wird das Gas mit der Kalkmilch in möglichst vielfache Berührung gebracht, während es durch die kleinen Löcher in den beweglichen Scheiben und gleichfalls durch die in den festsitzenden horizontalen Scheiben s, s, s, s, zuletzt aber durch die Röhre x einen Ausweg findet 1. Ist aber

¹ Neuerdings hat Leder gegen diese Reinigungsmethode den großen Verbrauch von Kalk und die sehr bedeutende Arbeit des Rührens eingewandt und statt dessen das Ammoniak vorgeschlagen. Zu diesem Ende sättigt er die, in allen Gaswerken vorhandene ammoniakalische Flüssigkeit mit Kochsalzsäure und raucht sie his zum Krystallisiren beim Erkalten ab, mengt das auf diese Weise erhaltene salzs. Ammonium mit ohngefähr zwei Drittheil des Gewichts gebransten Kalk, bringt es in eine Retorte und giebt mäßig Fener. Das in IV. Bd.

das Gas aus schwasselkieshaltigen Kohlen bereitet, und daher mi vielem Schweselwasserstofigas verunreinigt, so lässt man es dann nochmals durch eine Auslösung von essigsaurem (holzessigsaurem) Blei streichen, wozu die erstere der zuletzt genannten zwei Vorrichtungen am besten geeignet ist, wenn man sie mit einer Auslösung Bleizuoker, statt der Kalkmilch füllt. Nebenher ist es leicht, an irgend einer schicklichen Stelle dieser Leitungsröhren eine heberförmig gebogene, mit Wasser oder Quecksilber gefüllte Röhre anzubringen, und aus dem ungleichen Stande der Flüssigkeit in beiden Schenkeln die Elasticität des mit ihnen in Verbindung stehenden Leuchtgases zu bestimmen. Meistens psiegt auch in der Nähe der Reinigungsapparate eine Vorrichtungangebracht zu werden, um eine kleine Menge Gas zur Prüfung herauszunehmen oder anzuzünden.

2. Aufbewahrung des Gases.

Das bereits gereinigte Gas wird vor der Benutzung im größeren oder kleineren Behältern, den sogenannten Gasometern, gesammelt, und hierin längere oder kürzere Zeit aufbewahrt. Im Allgemeinen giebt es zweierlei Arten solcher Gasometer, nämlich die größeren unbeweglichen, bei den Gasbereitungsanstalten befindlichen, und die kleineren tragbaren, in welchen geringere Quantitäten entweder in Privatwohnungen transportirt, oder bloß aufbewahrt werden, hauptsächlich um in letzteren für jeden Tag als Leuchtmittel zu dienen. Es mögen hier vorerst die unbeweglichen berücksichtigt werden, welche man in den Belenchtungsanstalten großer Städte, namentlich den englischen, oft von wahrhaft riesenmäßiger Größe antrifft. In der Regel bestehen sie insgesammt aus einer Cisterne mit dem erforderlichen Wasser, und einem dieser der Form nach ange-

großer Menge frei werdende Ammoniakgas wird in das Kohlengas geleitet und verbindet sich mit der Kohlensaure desselben. Das Ges wird dann durch Wasser geleitet, worin das kohlens. Ammoniak zerückbleibt, und wieder benutzt werden kann. Der salze. Kalk in der Retorte kann weiter statt der Salzsäure zur Bildung des Salmiaks benutzt werden. Der Apparat soll wohlfeil und einfach zu menipuliren seyn. S. Repertory of Patent. Inventions 1827. Juin. p. 217. daram in Dingler's polytechn. Journal XXV. S. 329. Der Vorschlag scheint allerdings der Beschtung sehr werth zu seyn.

passten, mit seiner Oeffnung in dieselbe eingetauchten, luftdicht schließenden Gefälse. Die Cisternen werden aus Steinen wasserdicht gemauert, oder aus Holz, und wenn sie sphäreidisch sind, nach Art großer Bütten, oder aus Metallblech, aufgebauet; die eigentlichen Gasbehälter aber werden aus Holz oder weit häufiger aus Blech verfertigt, wobei Größe und Form nach den obwaltenden Umständen zu bestimmen sind. In den meisten Fällen verfertigt man beide aus gewalztem Eisenbleche, welches vermittelst eines geeigneten Kittes auf einander gelegt und wernietet, dann aber auf beiden Seiten mit Oelfarbe angestrichen wird; noch besser von dem in großen Tafeln in England bereitoten, am Rande verzinnten, und desswegen leicht zu löthenden Eisenbleche. Kleinere können aus verzinntem Eisenbleche, oder zu größerer Eleganz aus Kupferblech oder Messingblech leicht verfertigt werden. Folgendes sind die Hauptsachen, welche bei der Einrichtung der Gasometer in Betrachtung kommen, und in sofern genaue Berücksichtigung verdienen, als gerade dieser Theil der Beleuchtungsapparate unter die wesentlichsten Stücke derselben gehört.

1. Die Größe des Gasometers muß bei gegebener Form und mit Rücksicht auf die erforderlichen Leistungen desselben nach den Regeln der Stereometrie berechnet werden. Im Allgemeinen aber macht man diese Gasbehälter beträchtlich größer, als für den jederzeitigen Gebrauch gerade erforderlich ist, und legt deren mehrere in angemessenen Entfernungen an, welche 3000 bis 6000 F. nicht zu übersteigen pflegen, um die zu langen Röhrenleitungen zu vermeiden. Indem es ferner kein Mittel giebt, das Ausströmen des Gases mit absoluter Sicherheit zu vermeiden, hierdurch aber leicht höchst gefahrliche Explosionen veranlasst werden, wenn die Gasart mit der sauerstoffhaltigen atmosphärischen Luft vereinigt wird, so errichtet man die Gesometer neuerdings meistens im Freien und in einiger Entiermung von den bewohnten Theilen der Städte, damit das etwa entweichende Gas sich leichter zerstreuen kann, und eine mögliche Explosion keinen so großen Schaden anrichtet, als. sonet der Fall'seyn würde. Dass die Gefahr solcher Explosionen nicht geringe sey, zeigt Congreve in Gemälsheit seiner Versuche, wonach 346 Cub. Z. Gas mit 1382 Cub. Z. atmospharischer Luft gemengt, eine Gewalt ausnben, als 16 Drachmen Schießpulver, wonach also ein Gasometer von 15,000 Cub. F.

Ė

غيها .

数

12 de la 12

det s

Inhalt mit der proportionalen Menge atmosphärischer Lust gemengt, eine Explosion wie 52 Tonnen (barrels) Schielspulver ausüben würde ¹. Ein Gasometer in Paris hält übrigens 256,000 Cub. F. Gas ², und die Coalgasanstalt im Westminsterviertel in London hat 17 eiserne Gasometer, jeder 42 F. Durchmesser bei 18 F. Höhe, welche also zusammen 433,730 Cub. F. Gas fassen ³.

- 2. Man wird zur Ersparung des Raumes und der Kosten allezeit den größten Inhalt bei der geringsten Oberfläche zu erhalten suchen. Indem nun die Kugelform bei diesen Apparaten nicht in Anwendung kommen kann, so lehrt die Geometrie, daß unter allen Formen dieses am besten durch den Cylinder oder ein diesem nahe kommendes Polygon, dann durch ein elliptisch gebogenes Gefäß, wobei die große Axe nicht völlig das Doppelte der kleinen ausmacht, demnächst durch ein quadratisches und am wenigsten durch ein länglich viereckiges erreicht wird, wenn man die übrigen noch weniger zweckmäßigen Formen ausschließt. Bei allen genannten müßte dann die Höhe der Hälfte der Seite oder des Durchmessers gleich seyn. Die cylindrische oder quadratische Form ist indeß die einfachste, und wird daher auch ausschließlich oder mindestens vorzugsweise gewählt.
- Eine der größten Schwierigkeiten besteht darin, die sehr nöthige Bedingung zu erreichen, dass der Druck des Gasbehälters auf das enthaltene Gas allezeit gleich groß ist, weil' hiervon die Geschwindigkeit der Ausströmung des Gases abhängt." Der Behälter nämlich, welcher das Gas einschließt, verliert bei allmäliger Entfernung von seinem Drucke gegen das Gas so viel, als der Gewichtsverlust seiner, in das Wasser der Cisterne eingetauchten Masse beträgt. Sind die Wände des Behälters von dünnem Blech verfertigt, so ist dieser Gewichtsverlust nicht sehr bedeutend, und bei gleicher Dicke der Höhe des eingetauchten Theiles direct proportional. Dagegen ist das enthaltene Gas specifisch leichter als die atmosphärische Luft, und es wird daher die Kraft, womit dasselbe den Behälter zu heben strebt. dem Cubikinhalte des enthaltenen Gases proportional seyn. Die Sache im Allgemeinen genommen ist bei fast gänzlich in das

¹ Congreve in Ann. of. Phil. V. 414.

² Ann. of Phil. N. S. VI. 406.

⁵ Weber, Gewerbekunde II. 440.

Sperrwasser eingetauchten Gasometern das Gewicht des Deckels oder der oberen horizontalen Fläche des Gasbehälters, und das .Uebergewicht seiner verticalen Seiten über die Menge des von ihnen verdrängten Wassers eine gewisse beständige Größe, welche wir als auf eine etwa nur einige Linien hohe, unter dem Gefalse befindliche, Gasschicht drückend ansehen konnen, so dass hiernach also das vermehrte Gewicht der aus dem Wasser herausstehenden Seitenwandungen unter den hier angegebenen Bedingungen als unbedeutend vernachlässigt werden kann. Wenn man nun berücksichtigt, dass das gesperrte Gas zur Bewirkung seines Ausströmens allezeit einen gewissen Druck erleiden muss, und wenn man diesen auch im allergeringsten nur auf 0,7 Z. Wasserhöhe oder 0,05 Z. Quecksilber setzt, so lässt sich leicht einsehen, dass die aus dunnem Bleche bestehende Decke des Behälters, die zu seiner Festigkeit erforderlichen Schienen u. s. w. mitgerechnet, nebst dem Uebergewichte der in das Wasser der Cisterne eingetauchten Seitenwandungen ins besondere bei großen Gasbehältern nicht leicht zur Erzeugung dieses erforderlichen Druckes ein zu großes Gewicht haben werden 1. Hiernach wäre also gar keine Compensation nöthig, wenn dieser Druck constant bliebe. So wie aber der Behälter mit Gase gefüllt wird, nimmt sein Gewicht um so viel zu, als das hydrostatische Gewicht der aus dem Wasser emporgehobenen Seitenwandungen beträgt, zugleich aber um so viel ab, als die eingeschlossene Gasmenge aërostatisch leichter ist als ein gleiches Volumen atmosphärischer Luft, und diese beiden entgegengesetzten Größen müssen gegen einander ausgeglichen werden, wenn der Druck ein constanter bleiben soll. Weil indels die hier zu berechnenden Werthe für jeden gegebenen Gasometer verschieden sind, so lassen sich hierüber nur einige allgemeine Regeln ausstellen, welche ich ganz elementar mitzutheilen für zweckmäßig halte.

Es sey zu diesem Ende ein quadratischer Behälter aus Kupfer- oder Eisenblech von 0,3 Lin. Dicke verfertigt, jede Seite

¹ Die Fläche des Deckels nimmt mit der Größe des Gasbehälters im quadratischen Verhältnisse des Durchmessers zu und eben so die Meuge des Gases, worauf bei gleicher Höhe der Druck ausgeübt wird, die Größe der Seitenwandungen aber wächst im einfachen Verhältnisse des Durchmessers. Der Druck der Gasbehälter wird souach mit ihrer Größe verhältnißmäßig geringer werden.

20 F. lang, und er werde um 1 Z. hoch aus dem Wasser im die Höhe gehoben, so ist der enbische Inhalt des nicht mehr im Wasser befindlichen Metalles = $12 \times 4 \times 20 \times \frac{0.3}{12}$ =

 $960 \times 0.025 = 24$ Cub. 2. oder $\frac{24}{1798} = \frac{1}{72}$ Cub. F. Behälter wird also um so viel schwerer, als diese, jetzt nicht mehr von ihm verdrängte Flüssigkeit wiegt. Nehmen wir der Kürze wegen in Pariser Mals den Cub. F. Wasser zu 72 8., so betrüge dieses Gewicht gerade 1 &. für 1 Z. Hebung des Behälters, folglich 12 &. für 1 F. und für 10 F. 120 &. Zugleich sey im Mittel das spec. Gew. des eingeschlossenen Gases = 0,65, das absolute Gewicht eines Cub. F. atmosphärische Luft in genähertem Werthe = 0,08 &., so wird eine Schicht Gas von 1 F. Höhe und 20 F. Quadrat = $20^2 \times 0.08 \times (1 - 0.65)$ = $=400\times0.08\times0.35=11.2$ %. weniger als ein gleiches Volumen atmosphärische Luft wiegen, und mit diesem Gewichte also den Gasbehälter heben. Da diese Abnahme des Gewichtes der Höhe des gefüllten Behälters gleichfalls direct proportional ist, so heben sich in dem gewählten Beispiele die entgegengesetzten Größen so nahe vollständig auf, dass der Unterschied füglich vernachlässigt werden kann, um so mehr als die der Berechnung zum Grunde liegenden Werthe keineswegs absolut genau sind. Weil aber der Umfang der Gasbehälter im einfachen, der Inhalt derselben aber im quadratischen Verhältnisse ihrer Größe wächst, so ist klar, dass bei sehr großen die letztere Größe die erstere übersteigen muß, bei kleinen dagegen umgekehrt. Um auch dieses durch ein Beispiel zu zeigen, mögen die einmal angenommenen Bestimmungen für ein rundes Gasometer von vorzüglicher, aber keineswegs übertriebener Größe beibehalten werden. Es sey desswegen ein kreisförmiges Gasometer zu berechnen, wobei der Durchmesser des Gasbehälters 60 F. betragen möge. Wird dasselbe dann 1 F. hoch aus dem Wasser gehoben, so beträgt die nicht mehr im Wasser einge-60×3,14×0,3 Cub. F. = 0,3025 oder in tauchte Metallmasse

runder Zahl 0,4 Cub. F. und der Behälter wird also, den Cub. F. Wasser == 70 2. angenommen, um 27,475 oder in runder Zahl 28 2. schwerer. Der Cubikinhalt des eingeschlossenen Gases für 1 F. Höhe, da der Flächeninhalt der Kreisfläche für

eimen Halbmesser = r durch die Formel r²n gefunden wird, wenn w die Ludolfsche Zahl = 3,14 bedeutet, ist also = 30² × 8,14 = 2826 Cub. F. und also die hierdurch erzeugte Steigkraft = 2826 × 0,08 × 0,35 = 79,128, in runder Zahl 80 %. Wird jene obere Zahl von dieser unteren abgezogen, so ist 80 - 28 = 52 %, und so viel, also nahe ein halber Centmer, müßte für jeden Par. F. Erhebung dem Gewichte des Gasbehälters zugelegt werden, um seinen Druck auf das eingeschlossene Gas constant zu erhalten.

Um diesen Gegenstand im ganzen Umfange zu beleuchten, kommt noch Folgendes in Betrachtung. Wir wollen annehmen, das Gasometer sey bei einer Füllung von 1 F. Höhe des Gases so im Gleichgewichte, dass es den erforderlichen Druck auf das Gas, wie ihn eine stets gleichmälsige Ausströmung desselben verlangt, ausübte, welchen wir im genäherten Werthe einmal zu 1 Z. Wasserhöhe annehmen wollen. In diesem Falle würde also das Wasser in der Cisterne 1 Z. höher stehen, als im Gasbehälter, und das eingeschlossene Gas würde durch diesen Druck zum Ausströmen mit einer gewissen Geschwindigkeit angetrieben werden. Wir wollen nun annehmen, der Gasbehälter werde so weit mit Gas gefüllt, dass er 6, 10 bis 15 F. über das Niveau des Wassers in der Cisterne hervorragte, so müsste auch dann noch das Wasser in der letzteren 1 Z. höher stehen, als in ersterem, wenn durch das Gasometer die stets gleichmässige Ausströmung des Gases regulirt werden soll. Nun zeigt zwar das zuerst berechnete Beispiel, dass die beiden hierbei auf eine entgegengesetzte Weise das Gleichgewicht verändernden ·Bedingungen einander gleich seyn können, und es wird dieses um so mehr der Fall seyn, je dicker bei zunehmender Größe des Gasbehülters seine Seitenwände sind. Außerdem ist ein Gasometer auf allen Fall ein so unbehülfliches Werkzeug, dass man ihm nicht allezeit die Regulirung eines gleichmäßigen Ausströmens des Gases anvertrauet, sondern hierzu noch andere Vorrichtungen ersonnen hat, und wirklich habe ich auch bei den beiden großen Gasometern in Berlin keine Regulatoren bemerkt. Auf der andern Seite aber zeigt das zweite berechnete Beispiel, dals namentlich bei großen Gasometern die den Behälter hebende Kraft einen bedeutenden Ueberschuss erhalten kann. In diesem Falle wird zwar das im Gasbehalter enthaltene Gas, in sofern es unter dem Drucke der äußeren umgebenden Atmosphäre steht, seine relative Elasticität und die dieser proportionale Dichtigkeit beibehalten, außerdem aber wird dasselbe noch durch das, vermöge größerer Erhebung aus dem Wasser vermehrte, Gewicht des Behälters zusammengedrückt. Allein da das eingeschlossene Gas leichter ist als die atmosphärische Luft, so gleicht der gefüllte Gasbehälter einem Aërostaten, welcher um so mehr statisch in die Höhe gehoben wird, je größer die Quantität des eingeschlossenen Gases ist, und es könnte sich daher bei einem sehr großen Behälter leicht ereignen, dass derselbe im Ganzen leichter würde, als das durch ihn verdrängte Volumen atmosphärische Luft, in welchem Falle er das Bestreben äußern müsste, in die Höhe zu steigen, wodurch dann das Wasser in ihm höher als in der Cisterne stehen, und die äußere Luft in entgegengesetzter Richtung, als das Gas strömen soll, in ihn eindringen würde, bis das Gleichgewicht hergestellt wäre, und Stillstand einträte. Durch ein solches Eindringen der atmosphärischen Luft würde aber in dem Gasbehälter Knallgas gebildet werden, dessen Entzündung die furchtbarste Explosion erzeugen konnte. Hieraus ergiebt sich also evident, dass man in geeigneten Fällen nothwendig eine Regulirung anbringen und zugleich für einen mit dem Gasbehälter verbundenen Index sorgen müsse, um jederzeit überzeugt zu seyn, dass die Spannung des Gases im Behälter die der äußeren Luft übertreffe.

Zur Erreichung der hiernach erforderlichen Regulärung sind sehr viele Vorschläge geschehen. Weil aber keineswegs alle zweckmäßig sind, und außerdem die Aufgabe nicht eben schwierig zu lösen ist, so will ich bloß einige wenige beschreiben. So könnte man unter andern nur eine durch vorausgehende Rechnung bestimmte ¹ Menge von hölzernen Leisten an der Ansenseite des Behälters befestigen, welche beim Einsinken in das Wasser der Cisterne den Behälter wegen ihres verhältnißmäßig großen Volumens sehr erleichtern, sein Gewicht dagegen beim Steigen ansehnlich vermehren würden. Noch leichter

¹ Solche Berechnungen sind übrigens desswegen sehwierig, weil man die ihnen zum Grunde liegenden Bestimmungen nicht leicht mit hinlänglicher Schärse erhalten kann. Namentlich ist das spec. Gewicht des Luftguses nicht allezeit gleich, das oben augenommene aber ist für Steinkohlengas bedeutend groß, so daß namentlich bei schlechterem Gase das Emporgehobenwerden großer Gasometer sehr zu fürchten ist.

ließe sich ganz empirisch eine Compensation anbringen, wenn man das ganze, beim höchsten Stande des Gasbehälters erforderliche Zulegegewicht an vielen Schnüren herabhängend auf die Länge der letzteren so proportional vertheilte, das beim Höhersteigen des Behälters stets der erforderliche aliquote Theil desselben auf die Oberfläche des Behälters drückte, der Rest aber von den Seiten getragen würde, bis es beim höchsten Stande des Behälters mit seiner gesammten Last auf diesen drückte.

Die hier angegebene Compensation warde in denjenigen Fällen mit Nutzen anzuwenden seyn, wenn nach dem zweiten berechneten Beispiele der Gasbehälter beim Höhersteigen leichter wird, als wenn er mit wenigem Gase gefüllt ist, oder wenn seine aërostatische Steigkraft dann größer ist, die hydrostatische Vermehrung seines Gewichtes. PREUSS 1 giebt dagegen eine Compensation für denjenigen Fall an, wenn das Gegentheil statt findet, d. h. wenn das Gewicht des Gasbehälters beim Höhersteigen durch den aus dem Wasser gehobenen Theil seiner Seitenwandungen um einen gro-Iseren Theil vermehrt wird, als die Zunahme seiner Steigkraft durch die vermehrte Menge des eingeschlossenen Gases beträgt, ein Fall, welcher bei größeren Behältern hauptsächlich dann leicht eintritt, wenn sie aus Holz verfertigt sind. Es werde dann vorausgesetzt, der Behälter sey beigig. seinem niedrigsten Stande durch ein an dem Hebebalken f be-166. findliches Gewicht p genau so balancirt, dass sein Uebergewicht gerade so viel betrage, als erforderlich ist, um den Stand des Wassers in ihm 1 Z. niedriger zu erhalten als in der Cisterne. Dann werden an demselben zwei oder mehrere Gefässe mit Wasser a, a von derjenigen Größe angebracht, dass ihr Inhalt genau der durch die Seitenwände des tiefer eingetauchten Behälters verdrängten Wassermasse gleich ist, und aus diesen werden die heberförmig gebogenen Röhren b, b in das Wasser der Cisterne gesenkt. So wie dann der Gasbehälter steigt oder sinkt, werden die Gefässe a, a ausgeleert oder gestillt werden, und dadurch ein bleibendes Gleichgewicht hergestellt seyn. Es fällt indels in die Augen, dals man statt dieser künstlichern Vorrichtung auf die eben angegebene Weise weit einsacher den beab-

¹ Tabor Gasbeleuchtung.

sichtigten Zweck erneichen könne, wenn man das ganze Gewicht p in die erforderliche Menge eliquoter Theile vertheilts, diese an einem Seile herabhängen und auf eine Unterlage herabsinken ließe, so dass sie beim höchsten Stande des Gasbehälters sämmtlich auf der Unterlage ruheten, bei eeinem niedrigstem dagegen sämmtlich von dem Hebelarme getragen würden. Wäre dann auch hierbei für den höchsten und miedrigstem Stand das erforderliche Gewicht empirisch regulirt, so erfolgte für alle zwischenliegende Erhebungeu die Compensation von selbst.

Eine für beide genannte Fälle brauchbare und obendrein leicht empirisch herzustellende Compensation kann durch die ungleiche Länge des Hebelarmes erhalten werden, an welchem

das Gegengewicht p herabhängt. Da nämlich am Winkelhebel die Kraft p' = p sin. a ist, wenn a denjenigen Winkel bezeichnet, welchen die Richtungslinie der Kraft mit dem Hebelarme macht, und da augleich für einen von 0° bis 90° wachsenden Winkel das Gewicht p' von 0 bis 1 veränderlich wird, so ist klar, dass innerhalb dieser Grenze alle erforderliche Werthe von p' enthalten seyn müssen. Für den praktischen Gebrauch verfertige man also den Balancier AB so, dass das Bogenstück po Fig. mit gleichem Radio vom Hypomochlio aus gezogen ist, oder 1 = L, in welchem Falle die Producte pl = pL einander gleich seyn werden, und das Gewicht p in jeder Höhe mit gleicher Kraft wirkt. Alsdann stelle man für den höchsten und tiefsten Stand des Gasbehälters das Gleichgewicht des letzteren in der Art her, dass für ungleiche Gewichte p und P in beiden Ständen das Wasser im Behälter um die erforderliche Größe, wir nehmen an 1 Z., tiefer stehe, als in der Cisterne, und da nach den Gesetzen des Hebels die Längen der Hebelarme sich umgekehrt verhalten als die Gewichte, oder pL = Pl ist, so findet man für eine ungleiche Wirkung mit einem gleichen Gewichte die Länge $l = \frac{p L}{p}$, wonach also die erforderlichen Längen von L und 1, mag, wie in der Zeichnung, das obere oder das untere

CASTON 1 bringt Gasometer in Vorschlag oder will sie viel-

'das längste seyn, empirisch bestimmt werden können, um als-

dann das Bogenstück daran zu befestigen.

¹ Lond. Journ. of Arts and Sc. 1824, Jan. S. 21. Daraus in Dingler polyt. J. XIV. 15.

mahr wirklich angewandt haben, welche zwar sehr einfach und bequem seyn würden, schwerlich aber eine wirkliche Ausführung gestatten. Das Ganze besteht aus einem hölzernen, luftdichten Kasten, an dessen oberem Rande eine inwendig bis auf den Boden herabgehende zusammenhängende Futterung von Oeltuch oder Wachsleinwand befestigt seyn soll, deren unterer Rand an einen hölzernen, gleichfalls luftdichten, mit dem Boden des Kastens parallel laufenden Deckel befestigt wird. dann das Gasometer nicht gefüllt, so berühren dieser Deckel und der Boden einander; so wie er aber gefüllt wird, hebt das Gas den Deckel, bis er zur doppelten Höhe des Gasometers gelangt, und das Gas unter stets gleichem Drucke (?) zwischen dem Boden des Kastens, zwischen dem Deckel, den Wänden des Kastens und der gleichfalls in die Höhe gezogenen Wachsleinwand eingeschlossen ist. Dals so ausgedehnte Flächen von Holz bei dem ungleichen Einflusse der Wärme und Feuchtigkeit lustdicht bleiben sollten, ist auf keine Weise zu erwarten. und eben so wenig ist dieses mit hinlänglicher Biegsamkeit der Wachsleinwand oder des Oeltuches vereinbar. Eben diese Einwendung findet gegen das Gasometer statt, welches TAIT ! in Vorschlag bringt. Dieses besteht aus einer cylinderförmigen Cisterne und aus einem auf gleiche Weise gestalteten Gasbehälter, dessen einzelne Abtheilungen nach Art eines Fernrohrs in einander geschoben sind, beim Füllen mit Gas aber aus einander gezogen werden, und also bei einem kleinen Inhalte der Cisterne eine bedeutende Menge Gas enthalten sollen. Abgesehen davon, dass hierdurch die Höhe des Gasbehälters unverhältnismässig vermehrt werden, und viele Unbequemlichkeiten herbeiführen würde, weils man ohnehin, dals selbst die fein gearbeiteten Züge der Fernröhre nicht luftdicht schließen, um wie viel weniger ist dieses von so unbeholfenen Maschinen zu erwarten.

4. Endlich muss der Gasbehälter auch so eingerichtet seyn, das seine unteren Ränder stets horizontal erhalten werden, und da aus leicht begreiflichen Gründen der Schwerpunct desselben in der Regel etwa in die Mitte seines innern Raumes fällt, mithin bei seinem Steigen über das Wasser gehoben wird, so ist

Aus Lond, Journ. of Arts and Sc. Jun. 1824. S. 305 in Ding.
 Ier's J. XV. 54.

es klar, dass er leicht eine Neigung zum Umschlagen erhalten kann. Ist der Zwischenraum zwischen seinen Wänden und denen der Gisterne nicht groß, so wird er hieran zwar gehindert, allein dann könnte leicht eine nachtheilige Reibung an den Seiten entstehen. Sind die Wände des Behälters dünn, und muss er wegen des dickeren, und also schwereren Deckels durch ein Gegengewicht balancirt werden, wie oben beschrieben ist, so wird die Gefahr des Umschlagens nicht leicht statt finden, indels ist nicht in Abrede zu stellen, dals man in vielen Fällen auf Mittel zu ihrer Abwendung Bedacht nehmen muß. Unter den mehreren sich für diesen Zweck fast von selbst aufdringenden Mitteln ist eins der einfachsten und leichtesten, dals man in der verticalen Axe des Gasbehälters eine Röhre anbringt, welche von gleicher Höhe als der Behälter selbst ist, in der Mitte der Cisterne dann eine verticale Stange befestigt, über welcher jene Röhre sich auf und nieder schiebt; zur Vermeidung der Reibung können aber inwendig in jener Röhre oben und unten je vier einander diametral gegenüberstehende Frictionsrollen angebracht werden. Endlich kann die Stange oben noch einen kleinen Querbalken tragen, welcher den Behälter hindert, höher als bis zu dessen Berührung aufzusteigen.

Außer diesen großen Gasometern, den eigentlichen Behältern des bereiteten Gases, giebt es noch kleinere, meistens tragbare, welche hauptsächlich dazu dienen, mit einer gewissen Quantität Gas gefüllt, und in Privatwohnungen getragen zu werden. Sie sind von sehr verschiedener Größe und Gestalt, etwa gut verpichte Tonnen und andere Behälter, welche im Allgemeinen den größeren Gasometern nachgebildet werden. Ihre nächste Bestimmung ist, in den Privatwohnungen aufgestellt zu werden, wohin man die Gasröhren aus den Hauptleitungen nicht ohne Schwierigkeit führen kann, sie dort mit Leuchtgas zu füllen, und dieses aus ihnen auf die geeignete Weise durch Röhren in die zu erleuchtenden Räume zu leiten. Man war indeß zugleich bemühet, sie tragbar zu machen, und es sind in dieser Hinsicht einige zweckmäßige Vorschläge geschehen, z. B. von Lampadius¹, Döbereiner 2 u. a.; weil aber die Spannung des

¹ Accum prakt. Abh. u. s. w. übers. von Lampadius,

² Zur pneumatischen Chemie. Jena 1821. 8.

Gases durch Wasser geschehen muss, letzteres aber bei größerem Volumen ein zu bedeutendes Gewicht hat, so verfertigte man bald metallene Behälter, in denen das Gas für sich selbst Inzwischen mülsten auch diese zu groß seyn, wenn sie eine nur für einige Stunden ausreichende Quantität Gas fassen sollen, indem eine einzige Flamme für eine Stunde nahe einen Cubikfuss Gas erfordert, und man kam daher bald auf die Idee, das Gas in diesen transportabelen Behältern zu comprimiren, wozu sich hauptsächlich das Oelgas eignet, weil ein kleineres Volumen desselben zur Erzeugung einer hinlänglich erleuchtenden Flamme erfordert wird. Aus diesen tragbaren Gasbehältern, welche in der Fabrik gefüllt und den Kunden in ihre Wohnungen gebracht werden, lassen sich dann die kleinen Gasometer füllen, um vermittelst der letzteren eine stets gleichmässig brennende Flamme zu erhalten; ungleich einfacher und zweckmäßiger würde es aber seyn, das aus ihnen strömende Gas unmittelkar verbrennen zu lassen, stände diesem nicht das Hindernis im Wege, dass das stärker comprimirte Gas schneller ausströmt, wonach also die Flamme anfangs sehr groß seyn. allmälig kleiner werden, und endlich ganz verschwinden muß. Wegen der Wichtigkeit der Aufgabe lässt sich leicht erachten, dals man auf die Construction dieser tragbaren Gasbehälter ungemein viele Anstrengung verwandt hat.

Was zuvörderst die Compression des Gases in denselben betrifft, so hat man zur bequemen Bewerkstelligung derselben mehrere Vorschläge gethan, indess übergehe ich diese sämmtlich, weil das Ganze einfach auf eine zweckmäßige Compressionsmaschine hinauskommt, deren Construction keine Schwierigkeit hat. Ungleich schwieriger und vielleicht ganz unmöglich ist dagegen die Auffindung eines völlig genügenden Mechanismus, durch welchen des Ausströmen des abnehmend weniger comprimirten Gases so regulirt würde, dass vom Ansange bis zum Ende des Verbrennens stets eine ganz gleiche Quantität von Gas ausströmte. Wegen der Wichtigkeit des Problems, und da so oft behauptet wird, dass solche Gasbehälter mit stets gleichmässiger Ausströmung wirklich vorhanden seyen, indem sogar die Postkutschen sich dieser Art der Erleuchtung bedient haben sollen, die Sache selbst aber dem Forscher ohne genaue Angabe des hierbei angewandten Mechanismus stets zweiselhast bleiben muss, habe ich mich bemüht, Erkundigungen hierüber einzuziehen, bisher aber nichts weiter herausbringen können, als was ich hier kurz mittheilen will.

Unter die älteren bekannten tragbaren Gasbehälter gehören die durch Gondon verfertigten kugelformigen aus Kupfer, welche eine 25 fache Zusammendrückung des Gases aushalten, und die ihnen ähnlichen aus Eisen, welche Caston verfortiet. Beide sind durch TABOR 1 ausführlich beschrieben, und konnen sehr gut benutzt werden, um aus ihnen die in den Häusern be-Endlichen kleinen Gasometer zu füllen, welche letzteren dann eine stets gleichmässig brennende Flamme geben. Soll aber das aus ihnen strömende Gas unmittelbar zur Erleuchtung benntzt werden, so lässt sich die Gleichmässigkeit der Flamme nur unvollständig durch allmäliges weiteres Eröffnen des Hahnes erreichen. Uebrigens gewähren auch diese tragbaren Bekälter eine große Bequemlichkeit, indem die Gascompagnie die leeren täglich durch ihre Diener von ihren beständigen Kunden abholen läset, und durch gefüllte wieder ersetzt. Zur Regulirung des gleichmäßigen Ausströmens des Gases sind seitdem mehrere Vorschläge geschehen, ohne daß jedoch das Problem bis jetzt vollständig gelöset scheint. So hat man vorgeschlagen ? in dem Gasbehälter einen Stempel anzubringen, welcher herabsinkt, wenn die Compression des Gases nachläßt, und dann den Hahn weiter öffnet. JAMES JONES zu Edinburg 3 bringt dagegen in den Gasbehältern eine heberförmig gebogene, an einer Seite verschlossene und halb mit Queeksilber gefüllte Röhre an. Indem dann die in dem verschlossenen Schenkel enthaltene Luft durch den stärkeren Druck des comprimirten Gases in einen kleineren Raum zusammengepresst wird, letzterer sich aber bei nachlassendem Drucke erweitert, so zieht ein hiernach angebrachter Regulator einen in dem Ausströmungscanale befindlichen conischen Draht in dem nämlichen Verhältnisse mehr herab, und erweitert hierdurch die Ausströmungsöffnung um so viel, als der nachlassende Druck des Gases enfordert. Der Anwendung dieses Regulators steht

¹ a. a. O. II. 502 u. 510. Von diesem, auf alle neue Verbesserungen der Gasbeleuchtungsapparate aufmerksamen Gelehrten weißsich auch durch schriftliche Mittheilung, dass ihm noch keine Vorrichtung bekannt ist, wodurch ein stets gleichmäßiges Ausströmen des Gaseserreicht werden könnte.

² Mechanic's Mag. Vol. II. Part. X. S. 153. Vgl. Weber. I. 535.

⁸ Glasgow Mech. Mag. Nr. 56. 8. 421.

imdels das leichte Verschütten des Quecksilbers und das Einkleinmen des Drahtes in den engen Canal zu sehr im Wege. Gonnon selbst hat später 1 vorgeschlagen, eine conisch endigende Schraube in dem Canale seiner tragbaren Gasbehälter anzubringen, und dadurch die Quantität des ausströmenden Gases zu reguliren.

So viel ich durch weitere Erkundigungen über die Mittel sur Regulizung der Flamme bei den tragbaren Gasbehältern Imbe. erfahren können, behilft man sich im Allgemeinen damit, daß man den Hahn etwas weiter aufdrehet, wenn die Flamme zu klein wird, und hiermit fortfährt, bis das Gas völlig verzehrt ist, wobei aber allegeit aus leicht begreiflichen Gründen das Gefals nicht ganz loer wird, sondern allezeit derjenige Antheil in demeelben zurückbleibt, dessen Elasticität dem Drucke der atmosphärischen Luft gleich ist. Obgleich dieses Mittel ein öfteres Drehen des Halins erfordert, so scheint es mir doch noch unter allen des zweckmälsigste zu seyn, weil es mindestens eine dem jedesmaligen Bedürfnisse der Helligkeit angemessene Grifse der Flamme gewährt. Nach einer andern Nachricht sollen Goadon's neueste tragbare Behälter, wenn sie mit Oelgas gefüllt sind, 12 Stunden lang mit der Helligkeit einer gewöhnlichen Wachskerze brennen, und während dieser Zeit nur einer viermaligen Regulirung des Hahns bedürfen, um eine stets fast gans gleichmäßige Flamme zu geben. Endlich hat man in London sehr elegante tragbare Gaslampen, welche höchst wahrscheinlich mit einem kleinen Gasometer verbunden sind, in welche man vermittelst eines Hahns in angemessenen Zeitraumen eine erforderliche Quantität Gas aus dem zur Aufnahme des comprimirten Geses dienenden Gefälse steigen lälst, und welche dann eine stete gleiche Flamme geben. Sie bestehen der Beschreibung nach aus einem vermuthlich mit dem comprimirten Gase gefüllten Rulagestelle, mit einem auf demeelben stehenden Cylinder, dem Behälter des kleinen Gasometers, und einer vor dem letzteren stehenden Urne, auf welcher sich das Brennrohr der Flamme befindet. Wird dann ein an der hintern Seite angebrachter Hahn geöffnet, so steigt ein in dem Cylinder befindlicher zweiter Cylinder in die Höhe, und man kann das Gas an-Ist hernach der Cylinder wieder herabgesunken, so

^{- 1} London Journ. of Arts and Sc. 1825. Sept. 8. 186.

öffnet man den Hahn abermals, bis jener wieder die erforderliche Höhe erreicht hat, und erhält auf diese Weise eine stets gleichmäßige Flamme. Die genaue Construction dieser und der übrigen tragbaren Lampen, worin die Fabrik von Taxlor und Martineau das Oelgas versendet, wird übrigens noch geheim gehalten ¹.

Auch in Paris hat man sich bemüht, tragbare Gaslampen mit einer stets gleichmässigen Flamme zu construiren, und es hierin, so wie überhaupt in der Bereitung des Leuchtgases sehr weit gebracht, wenn die darüber bekannt gewordene Nachricht² vollkommen Glauben verdient. Ein gewisser Jallabert hat nämlich eine solche Lampe vorgezeigt. Sie bestand aus einem kupfernen Cylinder mit zwei halbkugelförmigen Abrundungen an beiden Enden, welcher einen Candelaber mit 6 Brennmündungen trug. Der Recipient enthielt einen Raum von 4 Cub. F., und da das Gas in demselben 15 mal verdichtet war, so falste er zusammen 60 Cub. F. Gas von der Elasticität der atmosphärischen Luft. Jede der 6 Brennmündungen gab die Helligkeit einer Lampe von Cancel und erforderte hierzu 1 Cub. F. Gas in jeder Stunde, mithin brannten alle 6 Mündungen 10 Stunden. In den 6 Stunden der Sitzung brannten die Lichter mit gleichbleibender Helligkeit, welches der Künstler durch einen eigenen Mechanismus erreicht hatte. JALLABERT wollte zugleich den Cubikfuls Oelgas, also die Erleuchtung für 1 Stunde um 6 Centimen liefern.

III. Fortleitung und Messung des Gases.

Einen wesentlichen Theil der Gasapparate machen die Fortleitungsröhren aus, und es ist schwer, bei neuen Anlagen hierin die richtigen Verhältnisse zu bestimmen, weil zwar die Theorie füber die Strömungen gasförmiger Körper in Röhren und aus Oeffnungen durch die neuesten Versuche bedeutend vervollkommet ist, auch die Erfahrung bei den vielen Gasapparaten vieles hierüber aufgehellet hat, im Ganzen aber dieses alles für eine völlig scharfe Bestimmung in einzelnen Fällen noch keines-

¹ Tabor aus schriftlicher Mittheilung.

² Büllet. de la Soc. d'Encourag. pour l'Industrie nat. Oct. 1825. S. 308. Darans in Weber's Gewerbekunde, III. 410.

wegs genügt. Im Allgemeinen ist die Menge des aus einem Gasometer durch die Leitungsröhren strömenden Gases, welche zur Erhaltung einer stets gleichmäßig brennenden Flamme fortdauernd unverändert seyn muss, eine Function der Länge und Weite der Röhren, der Größe ihrer Oeffnungen, der specif. Dichtigkeit des Gases, und der Höhe der Wassersäule, wodurch dasselbe comprimirt wird, welches alles im Art. Pneumatik näher bestimmt werden muss. Für die praktische Anwendung genügt indels Folgendes. Gute Steinkohlen liefern das &. etwa 4 bis 6 Cub. F. Gas und 60 bis 66 pC. Coaks, deren Volumen das der destillirten Steinkohlen nahe um 0,3 ühertrifft. Von diesem Gase wird 0,5 Cub. F. jede Stunde erfordert, um eine Flamme von der gewöhnlichen Helligkeit einer Talgkerze & &. schwer zu geben 4, indess rechnet man bei der Gasbeleuchtung im Mittel 5 Cub. P. engl. als das Aequivalent einer solchen Kerze 2. Fischthran dagegen, und das aus der Destillation der Steinkohlen gewonnene Theer geben das Pfund 10 bis 15 Cub. F. Gas, oder nach Congreye 1 Gallon 100 Cub. F. 3, dessen Flamme bedeutend heller ist, so dass man davon nur etwa den dritten Theil für eine gleich starke Erleuchtung als mit Steinkohlengas bedarf. Die Weite der Röhrenmundung für eine solche Flamme beträgt fast 0,5 Lin. engl., und der Erfahrung nach ist der Druck von 1 Z. Wasser hinreichend, um dem Gase die erforderliche Geschwindigkeit des Ausströmens zu geben, darf aber in keinem Behälter die Größe von 12 bis 14 Z. übersteigen, wenn der Druck nicht die Vorrichtungen, namentlich die Lutirung der Retorten beschädigen soll. Man misst daher die Spannung des eingeschlossenen Gases sehr leicht an einem irgendwo am Gasometer oder an den Leitungsröhren angebrachten Wasserba-Fig. rometer, bei welchem die ungleiche Höhe des Wasserstandes 168. in beiden Schenkeln oder die Differenz zwischen a und a die erforderliche Größe nicht lübersteigen darf. Obgleich aber ein solcher constanter Druck durch den Gasbehälter selbst vermittelst

¹ Nach Ampsason in Edinb. Phil. J. XXIII. 171. geben 823,5 Cub. - Z. aus der Perth. Kohlengasfabrik in 1 Stunde so viel Helligkeit, als ein sechster Unschlittlicht.

² CONCREVE in Ann. of Phil, V. 412. Andere verschiedene Angaben s. Tabon a. a. O. II. 506.

⁸ Ebend. p. 424.

IV. Bd.

einer der angegebenen Vorrichtungen wohl zu erhalten wäre. und in vielen Fällen auch wirklich erhalten wird, so hat man ihnen doch wegen ihrer Größe dieses nicht allein anzuvertrauen gewagt, sondern andere Regulatoren construirt, unter denen der von Clego angegebene einer der sinnreichst construirten ist 1. Fig. A A B B ist eine offene, oder zur Verminderung des Verdunstens bedeckte Cisterne, in welcher die unten verschlossene, aber zum Ablassen des sich etwa ansammelnden Wassers mit einem Hahne g versehene Röhre ff herabgeht. In der Cisterne schwimmt vermöge eines gehörig angebrachten Schwimmkranzes und nachher aufgelegter Gewichte der Gasbehälter C. welcher durch Gewichte so regulirt wird, dass das in ihm befindliche Gas nach der Anzeige des Barometers k um die erforderliche Druckhöhe (etwa 1 Z. Wasser) comprimirt ist. Zur Erhaltung der horizontalen Lage bewegt sich dieser vermittelst durchlöcherter Bleche r, r, r, r an 3 oder 4 eisernen Stangen pq, pq, und hat einen gewölbten Deckel, damit das Wasser nicht in die Röhre ffetreten kann, auch lässt sich ansangs die darin befindliche atmosphärische Lust durch die mit der Schraube n verschließbare Oeffnung wegschaffen. In dem gewölbten Dekkel bewegt sich vermittelst einer Lederbüchse luftdicht die durch eine Schraube an dem auf verschiedene Höhen feststellbaren Träger ww befestigte Stange h, welche an ihrem unteren Ende das in die Oeffnung mm eingeschliffene, beträchtlich lange Kegelventil l trägt. Ist dieses sur einen bestimmten Zustus von Gas einmal regulirt, so wird es bei stärkerer Spannung die Oeffnung mehr schließen, bei schwächerer mehr öffnen, indem in jenem Falle der Gasbehälter hoher steigt, bei dieser tiefer herabsinkt, und man wird auf diese Weise eine stets gleichmälsige Strömung erhalten. Solche Regulatoren, welche bei ihrer Kleinheit genau gearbeitet seyn können, und noch obendrein eine gefällige Form zulassen, befinden sich zuweilen in jedem Stockwerke großer Gebäude, und dienen dazu, die Stärke und Schwäche der verschiedenen geforderten Beleuchtung zu reguliren.

Aus den Gasometern wird das Gas durch Röhren an den Ort seines Verbrauches geleitet. Rücksichtlich auf die absolute

¹ Man findet ihn in den angegebenen Werken von Accam und Tabor ausführlich beschrieben.

Weite derselben haben die Erfahrungen ergeben, dass solche, welche 6Z. im Durchmesser halten, hinreichend sind, um auf eine Strecke von 2000 F. 3000 Cub. F. Gas für jede Stunde zu führen, und es lässt sich daher im Allgemeinen annehmen, dass Röhren von 0,25 bis 18 Z. Durchmesser die nöthigen Bedürfnisse umfassen 1. Die freie Strömung wird indess gehindert, wenn die Röhren vorzüglich in en spitzen Winkeln gebogen sind. Um diesem zu begegnen, bringt man lieber kleine Behälter an, in welche das Zuleitungsrohr und das Ableitungsrohr zugleich münden. Auch wird die Strömung in die lothrecht aus den Hauptröhren aufsteigenden engen Röhren leicht durch das schnellere Fortströmen in jenen größeren gehindert, weswegen man die kleineren in die größeren mit einer gegen die Strömung gerichteten Oeffnung zu senken pflegt. Ferner hat man bei der Anlage der Röhren zugleich die Ausdehnung durch wechselnde Temperatur zu berücksichtigen, desgleichen dass einiges in denselben durch Abkühlung niedergeschlagenes Wasser und Theer gehörig gesammelt werden könne. Für beides werden an einigen Stellen die sogenannten Theerbrunnen angelegt, bei denen a und beie die in luftdichten Oeffnungen etwas verschiebbaren Enden des 170. Zu-und Ableitungsrohres sind, e aber eine oben bei d zugeschraubte Röhre, auf welche so oft als es erforderlich ist, eine Pumpe geschraubt und die angesammelte Flüssigkeit herausgesogen wird. Weil außerdem lange Röhrenleitungen leicht irgendwo Schaden leiden, welches bei Tage durch das Sinken der Regulatoren, bei Nacht durch das schwächere Brennen oder Erlöschen der Lichter beobachtet wird, so ist zur leichteren Auffindung des Schadens erforderlich, die Leitung in kürzeren Zwischenräumen schließen zu können. Bei den kleinen Röhren geschieht dieses durch gewöhnliche Hähne, bei den größeren würden diese aber gegen 100 &. wiegen, und daher zugleich sehr kostbar und unbeweglich seyn. Unter den verschiedenen Vorschlägen zur Sperrung ist daher einer der leichtesten und sichersten die Anwendung der blossen Klappe. AB ist ein Parallel-Fig epipedon von doppelter Höhe gegen seine Breite, a und b sind 171. das Zuleitungs - und Ableitungsrohr, e e ist eine in der Mitte rund oder quadratisch ausgeschnittene Platte, gegen welche die

¹ Bine Tabelle über die Weiten der Röhren und die Gasmengen, welche sie leiten, findet man bei Taboa a. a. O. II. 365.

Klappe f durch einen Ring von Filz oder Leder au vermittelst der Winde g luftdicht gepresst werden kann. Die Walze g, welche in Lederbüchsen quer durch das Gefäs luftdicht geht, könnte auch in der Erde liegend vermittelst eines hervorragenden vierseitigen Zapfens und eines dazu passenden Schlüssels aufgewunden werden, wenn zugleich ein Sperrhaken und ein gezahntes Rad zum Festhalten des Mechanismus äußerlich angebracht wäre.

Auf welche Weise die kleinen Zuleitungsröhren an die grossen angebracht werden, ist schon oben angegeben. An die äusseren Mündungen von diesen, wo die Flamme brennt, werden die mannigfaltigsten Verzierungen angebracht, und die Flammen brennen zuweilen in den verschiedensten Richtungen und Formen. Für die größere Erhellung ist es vortheilhaft, die Mündungen nach Außen etwas zu erweitern. Bei einfachen, gewöhnlichen Flammen sind die Oeffnungen rund, man hat aber auch flache, nach Art der Alströmer'schen Dochte und einen Cylinder einschließende nach Art der Argand'schen Lampen, wobei fast allezeit ein Kranz von 10 bis 12 kleinen, 0,2 Lin. weiten, Löchern den Lichtcylinder bildet, die Lichtstärke aber in einem größeren Verhältnisse gegen eine einfache Flamme zunimmt, als in dem der größeren verbrennenden Gasmenge. erforderte z. B. nach BRANDS 1 eine einzelne Lichtflamme 640 Cub. Z. Gas in einer Stunde, 12 kleine vereinte Flammen aber, welche eine zehnfache Helligkeit gaben, nur 2600 Cub. Z.

Wenn die Zusammendrückung des Leuchtgases stets gleichbleibend ist, so wird die Größe der Flamme bloß von der Weite der Brennmündung abhängen. Soll dann die Flamme stets gleichmäßig brennen, so darf jene Mündung nur eine unveränderliche Größe haben. Inzwischen muß im Allgemeinen jede Brennmündung ihren eigenen Hahn haben, welchen man öffnet, wenn die Flamme angezündet werden soll, und wieder verschließt, sobald als die Flamme erlöscht, schon deswegen, damit nicht das unverbrannt ausströmende Gas einen äußerst widrigen Ge-

¹ Taber a. a. O. II. 476. Dort sind auch die mancherlei Formen und Verzierungen ausführlich beschrieben, welche man den Brennröhren giebt, worüber ich hier nicht ins Einzelne eingehen kann. Nimmo in Edinburg hat auch eine Brennmundung angegeben, welche durch das Ausströmen des angezündeten Gases rotirt, und einen leuchtenden Kreis bildet. S. Edinb. Phil. Journ. XXVIII. 325.

rach verbreitet. Dals man aber vermittelst dieses Hahnes auch die Quantität des ausströmenden Gases reguliren könne, indem man ihn mehr oder weniger öffnet, versteht sich von selbst. Wenn indels mehrere Brennröhren aus einem gemeinschaftlichen Behälter gespeiset werden, so kann man auch alle diese Flammen zugleich vergrößern oder verkleinern, wenn man den Hahn jenes Behälters mehr oder weniger öffnet. Eine solche Regu-Lirung der einzelnen Flammen ist nur in Wohnungen anwendbar, bei städtischen Beleuchtungsanstalten dagegen, in Theatern und öffentlichen Gebäuden müssen die Hähne der Zeitersparniss wegen völlig geöffnet werden, und eine Regulirung ist nur im Ganzen durch stärkere oder schwächere Compression des Gases, und davon abhängige stärkere oder schwächere Ausströmung möglich. Hierbei findet auch nur im Großen eine Controle statt, wie groß die Quantität des verbrauchten Gases ist; wenn dagegen das Gas aus den Magazinen in die vielen Privatwohnungen vertheilt wird, deren Inwohner sich die Freiheit nicht wohl nehmen lassen, nach den Umständen bald mehr bald weniger Gas zu verbrauchen, so hat für diese Fälle CLEGG einen sehr ainnreichen Apparat ausgedacht, vermittelst dessen die Gascompagnie jederzeit die Menge des verbrauchten Gases genau bestimmen kann. Für einen lothrechten Durchschnitt dieser schon an sich interessanten Maschine ist AAA ein hohler, luftdich-Fig. ter Cylinder von solcher Dimension, als die Bestimmung des 172. Apparates erfordert. Dieser wird bis etwa zur Höhe der Linie mm mit Wasser gefüllt. In diesem hohlen Cylinder befindet sich ein anderer, gleichfalls hohler BBBB dessen krumme Ober-Bäche vier mit seiner Axe parallele Einschnitte \$\beta \beta \beta \beta \beta \beta \tau \tau \tau \cdots bei seine hierdurch zerschnittenen Theile in ihrer ganzen Länge durch die eingesetzten krummen Bleche fiff getragen werden, dennoch aber zusammenhalten müßten, wenn nicht die äußersten Enden aller dieser Bleche an zwei Scheiben luftdicht befestigt wären, so dals das Ganze wiederum einen in dem äulseren beweglichen Cylinder bildet, deren Axen zusammenfallen. Die eine dieser geraden Endflächen des inneren Cylinders ist in der Mitte durchbohrt, und bewegt sich um das durch den äußern Cylinder eintretende Zuleitungsrohr des Gases wie um eine Axe, die andere hat einen massiven, durch die gerade Fläche des äuseren Cylinders vermittelst einer wasserdichten Stopsbüchse durchgehenden, mit einem Getriebe versehenen Stift, der ganze

innere Cylinder BBBB endlich wird empirisch so abgeplichen. dals er beim Umdrehen um seine Axe in jeder Lage ruhet. Wird der ganze Apparat mit Wasser gefüllt, darauf etwas Gas zugelassen und dem Wasser auf irgend eine Weise ein Abstuß verstattet, bis es etwa zur Tiese von m m herabsinkt, und dann das Ganze wieder verschlossen, so muß bei der Oeffnung des Ableitungsrohres dund der Oeffnung des in der Mitte des inneren Cylinders mündenden Zuleitungsrohres das Gas blofs durch die Oeffnung a' ausströmen, das Wasser aus dem Raume a verdrängen, wodurch vermöge des ungleichen hydrostatischen Druckes diese Abtheilung in die Höhe steigen wird, bis die Oeffnung & in die Lage . von β kommt, und das Gas in den änsern Raum strömen kann. In diesem Augenblicke kommt die Öeffnung a' in die Lage von a und wird verschlossen, so dass also eine fortdauernde Umdrehung entstehen muß, und die Zahl der Umläufe, mithin auch die der wechselnden Füllungen und Entleerungen der einzelnen Räume, durch das Getriebe der durch die gerade Fläche des äußern Cylinders durchgehenden Axe vermittelst eines Uhrwerks gemessen werden kann. Aus dem bekannten Inhalte des Gesmessers kann also die Menge des erhaltenen oder abgegebenen Gases zur Controle der Arbeiter oder der Verkäufer genau gemessen werden, indem die Zeiger des Uhrwerks, wodurch diese Messung geschieht, sich in einem durch eine Glastafel verschlossenen Raume bewegen, zu welchem nur der die Controle führende die Schlüssel hat.

Als Material zu den Röhren schlägt Tanoa Gusseisen and Kupfer vor. Insofern sie von letzterem Metalle ungleich dünner gearbeitet werden können, und das alte Metall immer noch einen bedeutenden Werth hat, würde man diesem sogar überhaupt den Vorzug einräumen können, allein für die großen, langen, auf weite Strecken im Boden fortlaufenden Röhren darf man wegen der Kostbarkeit der ersten Auslage dem Gusseisen den Vorzug geben. Dagegen wird für die kleineren Röhren, welche in den Häüsern und selbst in den Wänden hinaufgehen, Kupfer gewählt werden müssen, schon deswegen, weil den Böhren von diesem Metalle so leicht jede erforderliche Biegung gegeben werden kann. Auch die äußersten Enden der Röhren, an deren Mündung die Gasslamme brennt, können von Kupfer

^{1 8.} a. a. O. II. 871.

Verfertigt werden, wo nicht besser von Messing, indem dieses sich schöner abdrehen, leichter mit Hähnen versehen läßt, und durch einen aufgetragenen Goldfirniss eine großere Eleganz erhalt. Dagegen aber meint Cononeve 1, die Leitungsröhren von Gusseisen und auch die kleineren Zuleitungsröhren und Brennzöhren von Kupfer würden den Beobachtungen gemäß zu leicht zerfressen. Wegen des vielfachen hieraus erwachsenden Nachtheils schlägt er daher vor, zu den größern Blei zu nehmen, und sie in eine dichte Lage Thon zu legen, zu den kleineren aber Zinn, welches dieser Gefahr nicht ausgesetzt ist. Dass das Zinn nicht zerfressen werde, ist wohl richtig, allein ob es bei seiner Biegsamkeit hinlängliche Stärke kabe, insbesondere aber durch die Hitze der Flamme an den Mündungen der Brennröhren nicht schmelze, getraue ich mir nicht zu entscheiden; auf allen Fall fordert TABOR bei seiner gründlichen Kenntnis der Sache, dals die Brennröhren hart angelothet seyn sollen, um der Gefahr eines Abschmelzens durch Hitze zu entgehen.

VI. Beschaffenheit der aus verschiedenen Stoffen erhaltenen Gasarten.

Eine genaue Bestimmung der Beschaffenheit und Zusammensetzung der zum Erleuchten verwandten Gasarten kann hier nicht mitgetheilt werden, insofern dieses in die Chemie gehört, hier aber bloß von der Qualität des fabrikmäslig gewonnenen und gereinigten, zum Erleuchten bestimmten Gases, seiner Leuchtkraft und vortheilhaften Anwendbarkeit die Rede seyn darf. In dieser Beziehung ist schon obeu angegeben, daß das aus Holz gewonnene Gas im Allgemeinen zur Erleuchtung nicht geeignet ist, und selbst das aus harzigem Kienholze erhaltene wird man daher zu diesem Zwecke nicht verwenden, wenn man est nicht als Nebenproduct benufzen kann. Es genügt daher nur die zwei Gasarten, nämlich das Steinkohlengas und das sogenannte Oelgas zu berücksichtigen.

Ueber die verschiedenen, zum Erleuchten anwendbaren Gasarten, welche im Allgemeinen aus kohlenstoffhaltigem Wasserstoffgas von ungleichen quantitativen Verhältnissen des Antheils an Kohlenstoff bestehen, sind viele ältere und neuere Untersus

¹ Ann. of Phil. V. 418.

chungen vorhanden 1, welche sich vorztiglich zuf eine Vergleichung der verhältnismässigen Leuchtkraft beider beziehen. allgemeines Resultat geht hieraus unverkennbar hervor, dass die Weisse und Helligkeit des Oelgases die des Steinkohlengases um ein Vielfaches übertrifft. Dennoch aber wird letzteres durch ersteres namentlich in England nicht ganz verdrängt werden, wo Steinkohlen von vorzüglicher Gitte leicht im Ueberslus zu haben sind. Die Ergiebigkeit der Steinkohlen an gutem, hellbrennendem Gase ist sehr verschieden. Einige derselben geben die Tonne 7000 Cub. F. Gas, andere, insbesondere die schwefelkieshaltigen, sind für diesen Zweck die schlechtesten; am brauchbarsten dazu sind die sogenannten candle-coals, welche die minder wohlhabenden Einwohner früher als Lichter brannten. Man erhält aus ihnen von der Tonne 12000 Cub. Fuls hell brennendes Gas,2. Andere genäherte Angaben sind schon oben mitgetheilt, und wenn man berücksichtigt, dass die nach der Gasbereitung übrigbleibenden Coaks die angewandten Steinkohlen an Volumen übertreffen und zum Brennen für manche Zwecke noch geeigneter sind, so wird man sie an solchen Orten, wo sie in hinlanglicher Menge und von der erforderlichen Güte zu haben sind, sicher mit Vortheil zur Gasbeleuchtung verwenden können. An Oertern dagegen, wo keine vorzüglich gute Steinkohlen zu haben sind, fällt ein entschiedener Vortheil auf die Seite des Oelgases 3.

Nach den meisten darüber vorhandenen Angaben hat übrigens das Oelgas nicht bloß einen relativen, sondern auch wohl einen absoluten Vorzug vor dem Kohlengas, obgleich die Bereitungsanstalten des letzteren keineswegs verdrängt werden, und die Unternehmer solcher Anlagen zur Beleuchtung großer Städte auf dem
Continente, ohngeachtet dort die guten Steinkohlen schwieriger
zu erhalten sind, sich bis jetzt noch ausschließlich auf Steinkohlengas beschränken. Indem aber über den Vortheil der einem
oder der andern Anlage nur eine auf die örtlichen Bedingungen
gestützte genaue Berechnung entscheiden kann, so begnüge ich

¹ Vergl. unter anders Berthollet in Mem. de la Soc. d'Acueil II. Thomson bei G. XXXIV. 890. Herry in Phil. Trans. 1821. 136. Herry in Phil. Mag. and Journ. 1828. June p. 424. Elliot ebend. p. 401. Ferry in Revue encyclop. 1824. p. 12 und 497.

² DEWRY in Ann. of Phil. New Ser. VI. 401.

³ Vergl. Chaistison and Tunnen in Edinb. Phil. Jones. XXVIII. 34.

mich hier einige der wichtigsten Urtheile und Zeugnisse über diesen Gegenstand beizubringen. Nach Dewex ist das specifische Gewicht von Kohlengas = 0,4069, von Oelgas aber 0,9395, das der atmosphärischen Luft = 1 gesetzt, und es geben von jenem 4,85 Cub. F., von diesem 1,37 Cub F. gleiche Helligkeit. Phillips und Faradax dagegen fanden bei einer Sorte Kohlengas mit Oelgas verglichen die spec. Gew. von jenem = 0,4291, von diesem = 0,9675, die Helligkeiten aber wie die andern 1 und 3,567; bei einer anderen Sorte aber die spec. Gew. = 0,4069 und 0,9395, die Helligkeiten aber = 1 und 3,541. Die Angaben von Thomson 2 über Gasarten aus zwei verschiedenen Fabriken stimmen hiermit vollkommen überein.

Insbesondere räumt Paruss dem Oelgase einen entschiedenen Vorzug vor dem aus Steinkohlen gewonnenen ein3. Sind beide im Zustande ihrer erforderlichen Reinheit, wonach jenes ein spec. Gew. = 0,9395, dieses aber = 0,4069, das der atmosphärischen Lust == 1 gesetzt, haben soll, so giebt 1 Cub. F. von jenem eben so vieles Licht, als 3.5 Cub. F. von diesem. Hieraus entspringt aber hinsichtlich der Gasometer, der Röhren und selbst der Arbeiter eine bedeutende Ersparniss, besonders wenn man berücksichtigt, dass die gesammten Apparate auch den Sommer hindurch erhalten werden müssen, wenn der eigentliche Gasverbrauch oft bis auf 0,1 des im Winter erforderlichen herabsinkt. Dieses soll dann auch in Anschlag gebracht werden, um den Preis des allerdings viel theurern Oeles zu compensiren. Hierzu kommt die große Hitze, welche durch das Steinkohlengas im Verhältniss der verbrauchten Menge erzeugt wird, und dass das Oelgas wegen der größeren Intensität des Lichtes sich allein zum Comprimirtwerden in Gefalsen eignet. Der wechselnde Preis des Oeles kommt nach ihm weniger in Betrachtung, weil zur Fabrication des Oelgases schlechtes Oel, im Preise von 47 Franken das Hektoliter gebraucht werden kann, während die Argand'schen Lampen gereinigtes im Preise

¹ Ann of Phil. New Ser. VJ. 401. Daraus in Kastner's Archiv II. 245. Es befinden sich dort verschiedene Nachrichten über die Gasbeleuchtung. Das hier überall von dem in London bereiteten Gase angegebene geringe spec. Gew. ist sehr beachtenswerth, weil später gauz andere Angaben vorkommen werden.

² Ann. of Phil. New Ser. VI. 404.

⁸ Phil. Mag. LXVI. 208. Daraus bei G. LXXVI. 113

von nahe 57 Franken bedürfen. Wegen der vielen Nebenbedingungen, denen das Brennen der Argand'schen Lampen unterliegt, ist es erklärlich, dass 100 Pfund rohes Oel in Gas verwandelt, auf die Art, wie dieses durch TAYLOR und MARTIMEAU in London geschieht, eben so viel Licht geben sollen, als

130 bis 150 Pfund auf einer Argand'schen Lampe verbrannt, und bei einem Versnehe, von Clement, Desormes und Paruss in London angestellt, erforderte eine neue Pariser Argand'sche Lampe 318 Pfund Oel, um gleiche Helligkeit zu geben, als Gas aus 100 Pfund bereitet, ein fast unglaubliches Resultat. An-DERSON 1 dagegen giebt an, dass die Leuchtkraft des vorzüglich guten Kohlengases der Perth - Gasfabrik sich zu der des Oelgases wie 1 zu 1,5 verhält. Nach seiner Berechnung giebt 1 Gallone Oel 100 Cub. F. Gas, 40 Pfund Kohlen aber geben 160 Cub. F., wonach der Preis von jenem bei gleicher Leuchtkraft sechsmal größer ist 2. Nicht viel höher wird das Verhältniss der Leuchtkraft beider Gasarten durch LESLIE und FIFE gefunden, welcher letztere diesem Gegenstande eine ausführliche Untersuchung gewidmet hat 3, wie dieses in noch größerem Umfange schon früher durch BRANDE & geschehen ist. RICARDO 5 dagegen will jenes Verhältnis = 1 zu 4 gefunden haben, und berechnet hiernach, dass das Oelgas noch wohlseiler zu erhalten sey, als Steinkohlengas. Um indels über diese allerdings sehr wichtige Frage nicht allzuweitläufig zu seyn, theile ich nur in der Kurze diejenigen Resultate mit, welche Christison und Tunnen durch eine ausführliche Untersuchung dieses Gegenstandes gefunden haben 6. Nach einer Zusammenstellung vondiesen wurde das Verhältniss der Leucht-kraft beider Gasarten gefunden Nach DEWEY . . = 1:3,50 = 1:2.50Nach BRANDE. . Fife . . . = 1:1,50 NIELSON = 1:2,25LESLIE . . = 1:1.50 HERAPATH) = 1:2,40 $D_{ALTON}. = 1:2.25$ ROOTSEY RICARDO . = 1:4.00 PHILLIPS / FARADAY

¹ Edinb. Phil. Journ. XXIII. 171.

² Ebend. XXIV. 386.

³ Rbend. XXI. p. 171. XXII. p. 867. Vergl. Dingler Polyt. J. XV. 104.

⁴ Phil. Trans. 1820. 1. ff.

⁵ Ann. of Phil. New. Ser. I. 209, 300 u. 583.

⁶ Edinb Phil. Journ. XXVIII. 1. ff.

die Ursache dieser großen Abweichungen liegt sehr einfach in der ungleichen Beschäffenheit der verglichenen Gasarten, indem sich ganz andere Resultate herausstellen müssen, wenn das schlechteste Oelgas mit dem besten Steinkohlengase verglichen wird, als im umgekehrten Falle. Dass aber solche Verschiedenheiten wirklich vorhanden sind, beweiset das sehr ungleich gefundene spec. Gew: beider Gasarten, woraus ein ungleiches Mischungsverhältnis derselben nothwendig folgt. Aus zwei Reihen von genauen Versuchen, welche CHRISTISON and TURER mit zwei Gasarten anstellten, deren spec. Gew. sie == 0,578 und 0,910 fanden, erhielten sie jenes Verhältnis == 100 zu 223,5 und 100 zu 217, woraus im Mittel nahe 1 zu 24 folgt. Dieses Verhältniss, welches zwischen allen angegebenen so ziemlich die Mitte hält, kann füglich als ein mittleres angenommen werden, wobei dann die äußersten Grenzen hauptsächlich auf der geringen oder vorzüglichen Güte des Kohlengases beruhen. Letzteres ist nach der Angabe der genannten Gelehrten so viel besser, je großer sein spec. Gew. ist, welches bis 0,700 steigen kann, aus schlechten Kohlen bereitet aber nicht über 0,450 hinausgeht, und von dieser Art ist namentlich das in London bereitete, welswegen auch dort die Oelgasfabriken füglich und selbst mit Vortheil bestehen konnen, weil die besten, nämlich die Kannel-Kohlen daselbst kaum zu haben sind. Das Oelgas dagegen ist überall ziemlich gleich und soll im Mittel ein spec. Gew. von 0,920 haben, vorausgesetzt, dass es gut bereitet wird, weil es im entgegengesetzten Falle selbst his zu einem spec. Gew. von 0,660 herabsinken kann 1.

So viel wird hinreichen, um eine Uebersicht von einer Sache zu geben, welche seit mehreren Jahren vieles Aufsehen gemacht hat und noch gegenwärtig macht. Nun endlich noch die Frage zu beantworten, ob und in welchem Verhältnis diese Beleuchtungsart der sonst üblichen durch Oel oder Unschlitt vorzuziehen sey, ist eine sehr schwierige Aufgabe. Was zuvörderst die Art und Schönheit beider Erleuchtungsarten betrifft, so fällt der Vorzug ganz entschieden auf die Seite der Gaslichter, denn schon die Flamme des guten Steinkohlengases übertrifft jedes Kerzenlicht an Weiße, Sanftheit und Erhellung bei wei-

¹ Brezzius giebt das spec. Gew. des Oelgases zu 0,9804 des Kohlengases zu 0,559 an. S. Weber's Gewerbekunde I. 517.

tem, die Flamme des besten Oelgases aber übersteigt in dieser Hinsicht jede Erwartung, und hat eine solche blendende Schönheit, dass ihr hiernach ein entschiedener Vorzug eingeräumt werden muss. Etwas ganz anderes aber ist die Riicksicht auf den Preis beider Beleuchtungsarten. In dieser Hinsicht hat das Neue allezeit einen großen Reiz, und man könnte bei dem Anblicke der so ausnehmend ins Große gehenden Vorrichtungen für die Bereitung, Ausbewahrung und Fortleitung dieser Gase leicht auf den Gedanken gerathen, dass theils die Vorliebe für eine neue Brfindung, theils die Schönheit des Eindrucks, welchen eine solche Beleuchtung macht, die höheren Kosten übersehen mache. Dabei dürste man immerhin annehmen, dass in solchen Gegenden, wo gute Steinkohlen leicht und wohlfeil zu haben sind, man sich derselben mit Vortheil zur Bereitung des Leuchtgases bedienen könne; wie es aber möglich sey, dals man ohne bedentend größeren Kostenaufwand das Oel durch so kostspielige Operationen und Apparate erst in Gas verwandele, um es auf diese Weise zu verbrennen, und dieses Letztere nicht unmittelbaz durch einen Docht bewerkstellige, dieses scheint in der That unbegreiflich. Wirklich haben sich auch verschiedene Gelehrte gegen ein solches Resultat erklärt, insbesondere Cut-MEET, welcher die durch GENERMBRE sehr empfohlene Gasbeleuchtung mit Widerlegung der für dieselbe vorgebrachten Gründe gerade zu derjenigen Zeit sehr herabsetzte, als man in Paris mit einer Anlage für diesen Zweck lebhaft beschäftigt war. Nach seinen Berechnungen, welche übrigens das Ganze nicht bis in die Einzelnheiten vergleichbar zusammenstellen, würde selbst in London die Beleuchtung mit Steinkohlengas doppelt so theuer zu stehen kommen, als mit gewöhnlichem Oele, mit Oelgase aber die letztere um mehr als das Dreifache übersteigen 1. Auch VISMANA will durch eine lange Reihe von Versuchen, worin er die verschiedensten Oele und Fette in Gas verwandelte, und das hieraus erhaltene Licht mit dem durch ihre unmittelbare Verbrennung gegebenen verglich, zu dem Resultate gelangt seyn, dass Ersteres auf allen Fall bedeutend theurer zu stehen komme 2. Die Gründe des letzteren werden größtentheils durch TABOR vollständig beseitigt, und wenn es auf den ersten Blick

¹ Journ. de Phys. XC. 150.

² Aus Bibliotheoa Italiana bei Tabor a. a. O. II. 559.

ganz unmöglich scheint, dass bei so vielsachen ersorderlichen Apparaten und Vorarbeiten dennoch die Beleuchtung mit Oelgase nicht theurer, geschweige denn sogar wohlseiter seyn sollte als mit Oele, so läst sich die Möglichkeit dieses anscheinend paradoxen Satzes allerdings darauf gründen, dass des Oel beim gewöhnlichen Verbrennen durch den Einslus des Dochtes und einiger beigemischter Substanzen eine ungleich dunklere Flamme liefern könnte, als nach seiner Verwandlung in Gas, und wenn also seine Leuchtkraft hierdurch mehr als doppelt so grafs würde, die Kosten aber auf nicht mehr als seinen einfachen Werth sich beliefen, so würde jene Methode dennoch immer wenigstens einigen Vortheil gewähren. Wirklich sindet gerade diese Voraussetzung um so mehr statt, je schlechter und dunkler brennend das zur Zersetzung verwandte Oel ist 1.

In dem gegenwärtigen Augenblicke kann die Frage, ob die Gasbeleuchtung Vortheil oder Schaden bringe, nicht füglich mehr aufgeworfen werden, da die Actionäre der Gasbeleuchtungsanstalten die Unternehmungen nicht bloß seit mehreren Jahren fortsetzen, sondern noch stets erweitern, und selbst in Beziehung auf Oelgas liefert die große Anlage von TAYLOR und MARTIERAU in London den factischen Beweis, daß noch immer einiger Gewinn damit verbunden seyn muß². Es würde

¹ Der Vorschlag des Amerikaners Olmsted, welcher später durch Aldini wiederholt ist, nämlich statt des Oeles die ölgebenden Früchte einer Destillation zu unterwerfen, scheint mir der Beachtung sehr werth. S. Brugnatelli Giorn. 1827. Marzo e Apr. S. 156.

² Schon im Jahre 1825 waren in 52 Städten Großsbritanniens 65 vom Parlamente privilegirte Gasgesellschaften, und die Actien der Leeds-Compagnie waren von 100 auf 235 gestiegen. Unter jenen sind 5 Oelgasgesellschaften & Weber Gewerbekunde I. 515. Daß Tayloa u. Martikeau in London ihr Einschußkapital schon wieder gewonnen haben, und ihre Oelgasbereitung mit Vortheil fortsetzen, weiß ich aus sicheren Mittheilungen. In dem Prospectus der Londoner tragbaren Gasbeleuchtungsaustalt wird außserdem behauptet, daß 6 Cubikfuß des besten Oelgases eben so viel Licht geben, als 1 Pf. Wachskerzen. Die Oelgascompagnie von Whits Chaptal Road in London verkauft aber 1000 Cub. F. Oelgas für 50 sistl. und somit kosteten 6 Cub. F. oder das Aequivalent von 1 Pf. Wachslichtern nicht mehr als etwa 11 xr. rhein. oder 2, 4 gGr. Preuß. Cour., welches auch auf das Doppelte erhöhet noch immer sehr wohlseil seynwürde. S. Weber Gewerbekunde I. 533.

mir übrigens sehr angenehm seyn, wenn ich auch diesen wichtigen Theil der Untersuchung durch eine Berechnung der Kosten in mindestens sehr genüherten Werthen erschöpfend vortragen könnte, allein bei den örtlich zu sehr verschiedenem Preisen der erforderlichen Materialien ist dieses genz unmöglich, und ich begnüge mich daher mit folgenden wenigen Bemerkungen.

Das Gaslicht ist auf allen Fall ein sehr schönes, ungemein helles, und sein freies Verbrennen ohne Docht, ohne Erfordernife des Putzens, des Zugielsens von Oel oder Fett und ohne die hiermit nothwendig verbundene Unreinlichkeit ist etwas sehr angenehmes. Die Regeln seiner Bereitung bis zur Verbrennung habe ich vollständig genug angegeben, so dals daraus selbst die für einen gegebenen Zweck erforderliche Größe der Apparate leicht gefunden werden kann, wobei ich noch hinzusetzen will, dass es vortheilhaft und in gewissemBeziehung fast nothwendig ist, die Oefen und Retorten unausgesetzt in ihrer Hitze zu erhalten. weil das abwechselnde Erkalten und Erhitzen viel Brennmaterial erfordert und Beschädigung herbeiführt. Ist es daher blofs darum zu thun, eine solche Anlage im Kleinen herzustellen, wohei es auf einen etwas größeren oder geringeren Kostenaufwand nicht ankommt, etwa bei einem Gartenhause oder einem kleineren, zur öffentlichen Unterhaltung bestimmte Gebäude, so werden die mitgetheilten Angaben hinreichen, um die Sache überhaupt zu beurtheilen und durch gewöhnliche Arbeiter ausführen zu lassen. Größere Anlagen dagegen erfordern schon einen Sachverständigen, welcher durch Erfahrung belehrt ist. und andere Anlagen gesehen hat. Zugleich hat jedoch TABOR sehr Recht, wenn er vor herumziehenden Künstlern warnt, denen bei einiger Empirie die Kenntniss der dabei in Betracht kommenden physikalischen Gesetze gänzlich fehlt, und welche deher durch zweckwidrige Construction unnöthige Kosten verursachen. Dass aber sehr ausgedehnte Anlagen, z. B. zur Beleuchtung ganzer Städte, nur durch eigentliche Sachkenner mit der erforderlichen Sicherheit ausgeführt werden können, liegt schon in der Natur der Sache 1.

¹ Für jede Aulage, sey es im Großen oder im Kleinen, kann das oben angegebene Werk von Tason theils zur Beurtheilung der Sache, theils zur Leitung und Herstellung des Gauzen mit Vortheil

Binige, namentlich CLEMENT und VISMARA haben unter den Gegengründen gegen die Gasbeleuchtung auch die Gefahr in Anschlag gebracht, welche daraus entstehen kann, dass das Lenchtgas mit atmosphärischer Luft gemengt in Knallgas verwandelt werde, und bei der Entzündung eine furchtbare Explosion verursachen könne. Dals so etwas möglich sey, kann nach theoretischen Gründen nicht in Abrede gestellt werden, auch weiset die Erfahrung einige Beispiele der Art auf. Weil indels die Gasometer in der Regel und bei großen Anlagen allezeit im Freien und außerhalb der Städte sich befinden, so ist von dieser Seite gar keine Gefahr zu befürchten, weil das entweichende Gas sich sogleich zerstreuet. Sollten aber kleinere eingeschlossene Gasometer etwas Gas ausströmen lassen, oder ein Hahn in einem eingeschlossenen Raume offen gelassen seyn, so wird das entweichende Gas, insbesondere das Steinkohlengas, durch seinen höchst widrigen Geruch augenblicklich so sehr kenntlich. dass eine ganz unbegreifliche Nachlässigkeit dazu gehört, nicht sogleich nachzusehen, um dem Mangel abzuhelfen; und auch im Fall einer bedeutenden Ausströmung ist keine Gefahr zu befürchten, wenn man vermeidet, dem entstandenen Knallgase ein Licht zu nähern. So viel geht indels hieraus zugleich hervor, dass die Schließungskrahnen den Muthwilligen, den Irren und Züchtlingen in Zwangsanstalten, Kindern, Betrunkenen und sonstigen unbesonnenen Menschen nicht frei zugänglich seyn dürsen. Uebrigens hat man bei hinlänglich schließenden Apparaten und bei genügender Vorsicht, daß eine zufällig erloschene Flamme sogleich wieder entzündet werde, von einem verbreiteten widrigen Geruche nichts zu befürchten, indem das vollständig verbrannte Gas nicht niechbar ist, und außerdem ertöschen die Flammen nicht leicht oder gar nicht, außer durch heftigen Luftzug, wogegen sie durch eine schützende Glasglocke gesichert seyn müssen, und wenn etwa bei sehr heftiger Kälte die engen Röhren durch einen Niederschlag aus dem Gase verstopft werden. Um indels dem Ausströmen des Gases aus einem

benutzt werden, weil die darin enthaltenen Angaben eben so vollständig als zuverlässig sind. Von den seitdem geschehenen Vorschlägen zur Verbesserung des einen oder des andern habe ich das mir nützlich scheinende aufgenommen, die meisten sind indeß der Beachtung kann werth.

zusällig nicht verschlossenen Krahne zu begegnen, hat C. Junwires 1 eine Vorrichtung angegeben, welche bewirkt, dass der Krahn in diesem Falle sich selbst schließt. Weit zweckmäßiger ist indess ein anderer Vorschlag dieser Art von W. WAR-DEN, welcher für diesen sogenannten Safety Gas Burner die Fig. silberne Medaille erhalten hat 2. Den unteren Rand der Flamme 173-umgiebt ein Reif aus Messing und Stahl oder aus zwei andern 174 Metallen, welche sich durch Wärme ungleich ausdehnen 3. Dieser Reif ab, welcher an einer Seite offen ist, wird durch die Hitze der Flamme ausgedehnt, verschließt dann durch stärkere Ausdehnung des äußeren Theiles des Reifes die Oeffnung zwischen den beiden hervorstehenden und umgebogenen Theilen be, und hält somit den Draht ed fest, welcher vermittelst der Hebelarme ef, fg mit dem Krahne g verbunden ist. Soll das Gaslicht angezündet werden, so hebt man den Draht ed in die Höhe, bis er zwischen den Flügeln be festgehalten wird, und wenn die Flamme zufällig erlöscht, so erkaltet das Metall sehr schnell, die beiden Flügel lassen den Draht los, dieser sinkt herab, und der Krahn wird durch das Gewicht der Hebelarme verschlossen. Die Zweckmässigkeit des Apparats ist durch die Erfahrung bestätigt.

Es scheint mir überflüssig, noch diejemigen Apparate einzeln zu beschreiben, welche man vorgeschlagen hat, um für den Bedarf einzelner Familien das Leuchtgas im Kleinen zu bereiten. Solche Vorrichtungen könnten nach der mitgetheilten Beschreibung der größeren Apparate leicht construirt werden, allein aus der Betrachtung der großen Hitze, welche das Oel zu seiner Zersetzung bedarf, ergiebt sich leicht, daß sie nicht füglich mit Vortheil hergestellt werden können. Dagegen wird es nöthig seyn, noch mit wenigen Worten einige Vorschläge zu würdigen, welche sehr nahe bei der Sache liegen, und daher

¹ Newton's Journal of the Arts. IX. 179.

² Edinb. Journ. of Sc. XIII. 125.

³ Zink und Stahl geben bekanntlich die größte Differenz der Ausdehnung.

⁴ Vorschlige hierzu findet man unter andern in Mech. Mag. Vol. I. Part. 2. p. 401. Vol. II. Part. X. p. 177. Description des Machines et Procedés specifiés dans les Brevets d'Invention cet. VII. 366.

auch wohl nicht füglich unterbleiben konnten. Die Bertitung des Oelgases ist nämlich nur ein etwas zusammengesetzterer Process als derjenige, welchen eine brennende Oellampe darbietet. Auch bei der letzteren steigt nämlich das Oel in dem haarröhrchenartigen Dochte in die Höhe, wird durch die Hitze der Flamme zersetzt und in Leuchtgas verwendelt, welches verbrennt, und hierdurch zugleich die zur Zersetzung des Oeleserforderliche Hitze und die Erleuchtung glebt. 'Außerdem machen die docktlosen Lampen oder die kleinen Gas-Nachtlampchen ganz eigentlich einen Uebergang von den gewöhnlichen Lampen zu den Gaslichtern. Das Röhrchen, in welchem hierbei das Oel aufsteigt, muß von Glas seyn, weil dieses als schlechter Wärmeleiter die erzeugte Hitze nicht durch Ableitung der Wärme vermindert, so dass eine fortdauerride Zersetzung des Oeles erreicht werden kann. Durch des Anzünden der Oberfläche des Oeles in einer geringen Ausdehnung wird blofs' diese glühend, dabei in Gas verwandelt, welches fortbronnt. und hierdurch zugleich die Oberfläche zur Erzengung, von neuem Oelgase bringt 1. Dal's hierbei wirkliches Oelgas erseugt werde, geht schon aus der ungewöhnlichen Helligkeit und Weifst der Flamme hervor, und wenn auf solche Weise die Flamme des Gases nach unten him eine zur Zersetzung des Oeles hinlängliche Hitze giebt, so sollte man erwarten, dass die Flamme des verbraunten Gases nach oben hin und unter günstigeren Bedingungen eine zur Zersetzung des Oeles und Umwendlung desselben: in Leuchtgas genügende Hitze geben: könnte , wodurch dann eine sich selbet speisende Gaslampe erhalten wihde. Inzwischen läßt sich hierilber im Voraus schon Folgendes aus theoretischen Gründen festsetzen. Der Unterschied der stärkeren Louchtkraft einer Oelgasslamme und des Lichtes einer Oellampe, welcher es möglich macht, dass erstere ohngeachtet der kostspieligen Apparate zur Bereitung des Gases noch mit Vortheil neben letzterer bestehen kann, heruhet offenbar auf einer vollständi-

٠,

¹ Poggendorf Ann. X. 624. Manche dieser interessanten kleinen Lämpehen werden dadurch unbrauchbar, dass sich eine sehr harte Kohle im Gasröhrchen absetzt, und dieses verstopst. Ob durch einige Krweiterung des Röhrchens diesem Uebelstande begagnet werden könne, wage ich nicht zu entscheiden. Uebrigens wird dieser Umstand, und dass sie gutes, reines Oal erfordern, ihrer Anwendung im Großen im Wege stehen.

in der Lichtslamme nur alimälig verglühet, und aus derselben an kalten Körpern unzersetzt niedergeschlagen wird, wie ein in die Flamme gehaltener Metalldraht zeigt, in dem Oelgase weit inniger mit dem Wasserstoff verbunden ist, daher ungleich vollständiger glühet und die stärkere Leuchtkraft der Flamme be-

Wenn nun die Hitze der gewöhnlichen Lichtstamme nicht hinreicht, das in ihr selbst vermittelst des Dochtes aufsteigende Oel volksändig zu zersetzen, so ist noch weniger zn vermuthen, dass dieses durch eine eben solche Flamme geschehen werde, wenn diese auf das in irgend einem Behälter eingeschlossene Oel wirkt. Hiergegen läßt sich allerdings einwenden, dass die Hitze der Flamme auf das Oel der Lampe nur nach unten wirkt, wo dasselbe durch den aufsteigenden kalten Luftstrom stets wieder abgekühlt wird, bei der vorgeschlagenen künstlichen Bereitung aber nach oben und folglich mit ihrer ganzen Intensität; wenn man aber dagegen bezücksichtigt, daß im letzteren Falle durch das Gefals, welches das zu zefsetzende Oel einschließt, so wie durch die Zuleitungsröhre desselben und die Ableitungsröhre des Gases viele Wärme zurückgehalten. abgeleitet und zerstreuet wird, so mus anf allen Fall eine solche Art der Bereitung des Oelgases durch einen möglichst zweckmässig eingerichteten Apparat geschehen, ohne dass man dennoch eines genügenden Resultats völlig gewiss seyn kann, womit auch die bisherigen Ersahrungen übereinstimmen. schen mag die nachfolgende Beschreibung dazu dienen, wenigstens vorläufig einen: Apparat anzugeben, wodurch jene Wahrscheinlichkeit durch neue Versuche zur Gewissheit erhoben. oder wonach irgend eine zweckmälsigere Vorrichtung ausgedacht werden kann, um die Sache, wormöglich, dennoch zu realisi-Ein nicht genannter Erfinder 1 giebt folgende Beschreibung Fig. siner solchen sich selbst speisenden Gaslampe, (self genera175... ting Gas lamp). Das Oelgefass A erhalt sein Oel durch das mit einem Trichter versehene Rohr B, und damit durch das Absliessen des Oeles kein luftverdunnter Raum entstehe, ist aus dem Behälter C eine durch die punctirten Linien angedeutete Röhre L in das Gefüs A geleitet. Der Raum C dient zur Be-

¹ Edinb. Journ. of Sc. X. 344.

reitung des Gases, welches dann durch die Rölfren G, G herabgeführt wird, unter den Gläsern F, F verbrennt, und durch seine in der Höhlung D concentrirte, und noch außerdem durch den blechenen Schirm E zusammengehaltene Hitze auß Neue Gaserzengt. Wird nämlich der Hahn I geöffnet, so tröpfelt dus Oel durch das Röhrchen K auf die mit schmalen horizontalen blechenen Ringen umgebene Wölbung D, wobei die Ringe dazu dienen, um das Absließen des Oels auf den Boden des Gefäßess C zu hindern, und somit eine vollständigere Zersetzung zn bewirken. Soll die Maschine in Gang gebracht werden, so wird der eiserne, oder besser kupferne, Bolzen H glühend gemacht, und unter die Wößbung D gehälten, bis durch die mitgetheilte Hitze ein Theif Oel in Gas verwandelt ist, und beim allerersten Gebrauche muß man zwei solcher Bolzen haben, um vorläufig die atmosphärische Lust auszutreiben.

Soffte diese allerdings sinnreich construirté Lampe wirklich gebraucht werden, so erfordert sie einige wesentliche Verbesserungen. Es kommt nämlich gar sehr darauf an, dass die Quantität des zuffielsenden Oels geltorig regulirt werde, damit sie weder zu groß noch zu klein sey, welches zwar durch die mehr oder minder vollständige Oeffmung des Hahns bei I geschehen Kann, allein da'man hierüber gar kein Mass hat, auch in den Raum C nicht hineinsehen kann, so müste der Hals der Urne A in das Gefas C eingeschmirgelt seyn, um sie herausnehmen, und das Gefäls Causleeren zu können. Wird aber außerdem die Lampe ausgelöscht, so strömt das durch die nachbleibende Hitze noch erzeugte Gas aus, das im Behälter C zurückbleibende erkaltet, zieht sich zusammen, und es dringt atmosphärische Lust ein, welche beim Wiederanzunden der Lampe eine Explosion veranlassen kann, oder vorher wieder ausgetrieben werden muß. Es ist aber fraglich, ob man nicht die beiden Rohren GG mit Hähnen versehen, und schließen könnte, um die Lampe auszulöschen. Das durch die nachwirkende Hitze erzeugte Gas mochte dann immerhin eine Compression bis zum vier- oder achtsachen der atmosphärischen Luft erhalten, so würde dann die beim Wiederanzunden anfangs stärkere Flamme dazu dienen, den Apparat sowohl zu erwärmen, als auch das Oel weiter zu zersetzen. Hiermit würde dann auch die große Unbequemlichkeit wegfallen, die Lampe allezeit mit dem eisernen Bolzen in Gang zu bringen, welches übrigens vielleicht be-

ø j quemer durch eine oder einige Kerzen geschehen könnte. Der Erfinder behauptet übrigens, die Lampe liefere Gas genug, um drei Flammen zu speisen, welches ich gern glaube, denn ich bin ohnehin überzeugt, das des verhältnismäsig geringeren Wärmeverlustes wegen die Vorrichtung eher in einem größeren als in einem kleineren Masstabe ausgesührt werden könnte.

Die Unbequemlichkeit der Anwendung des eisernen Bolzens wird durch einen anderen ähnlichen Apparat vermieden. welcher noch außerdem den Vortheil hat, das etwa in zu geringer Quantität bereitete Oelgas durch einen Zusatz von Wasserstoffgas zu vermehren, und das beim Auslöschen der Lampe noch weiter entwickelte Oelgas aufzubewahren. Die Idee ist durch den Kunsthändler Albert in Frankfurt ausgeführt. von welchem ich ein Modell zur Beschreibung erhalten habe. Diese Lampe könnte mit einigen Verbesserungen vielleicht dazu dienen, die Sache zu realisiren, ob gleich die erste Ausführung noch zu unvollkommen ist, um das zu leisten, was man verlangt. Das Ganze gleicht einer gewöhnlichen Zündlampe, auch wird aus verdünnter Schwefelsäure und einer herabhängenden Fig. Zinkstange Wasserstoffgas in dem unteren Behälter A bereitet, 176 und durch die in das Gefäß B hinaufgetriebene verdünnte Schwefelsäure gesperrt. Das Wasserstoffgas entweicht nach der Eröffnung eines Hahns bei a aus der lothrechten Brennröhre a. wird an deren Spitze angezündet, und spült unter den kleinen Behälter b, in welchen das aus der zur Ueberwindung des hydrostatischen Druckes der verdunnten Säure in B proportionirlich langen, und oben mit einem Trichterchen versehenen Röhre cd nach Oeffnung des Hahns bei & herabstielsende Oel zersetzt wird. Das so bereitete Gas strömt durch die herabwärts gebogene Rohre efg in das Gefals A, wird zur Reinigung vermittelst der Röhre hi durch die verdünnte Schwefelsäure geleitet, vermischt sich mit dem Wasserstoffgase in A, und strömt mit demselben gemeinschaftlich aus, um zu verbrennen, und wenn eben so viel Gas bereitet wird, als verbrennt, so muss nach einiger Zeit fortdauernd blosses Oelgas verbrannt werden. Bei dem hier beschriebenen Modelle ist übrigens die Gasslamme und der Behälter zur Gasbereitung offenbar zu klein, auch die Flamme viel zu wenig concentrirt, als dass die Hitze zur Erzeugung einer hinlänglichen Menge Oelgas genügen sollte.

Gasometer.

Gazometer, Gasmesser, Luftmesser; Gazometrum; Gazometre; Gazometer.

Dieser Name bedeutet zunächst ein Werkzeug, womit eine gewisse Quantität irgend einer Gasart oder Luft gemessen wird. Nach dem gegenwärtigen Standpuncte der Wissenschaft kann man annehmen, dals es überhaupt dreierlei Arten von Gasometern giebt. Die erstere begreift die großen und kleinen Behält'er in sich, welche zur temporaren Aufbewahrung des zur Beleuchtung bereiteten Gases dienen: die zweite diejenigen Apparate, deren man sich seit LAVOISIER zu bedienen pflegte, um gemessene Quantitäten Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zu verbrennen, um gegen die frühere Annahme der Einfachheit des Wassers zu beweisen, daß dasselbe aus diesen beiden Gasarten bestehe; die dritte endlich solche, meistens durch Wasser gesperrte Behälter, worin gemessene oder nicht gemessene Quantiaten irgend einer Luft- oder Gasart eingeschlossen und aufbewahrt werden, hauptsächlich um sie, wo möglich gleichmäßig, aus demselben ausströmen zu lassen. Blosse Röhren oder kleine Behälter, welche übrigens ganz eigentlich zum Messen geringer Quantitäten von Gas bestimmt sind, pflegt man nicht mit dem Nathen Gasometer zu bezeichnen, sondern nennt sie vielmehr Mejsröhren, Mejswerkzeuge oder schlechtweg Malso.

Die zur ersten Classe gehörigen Gasometer, nämlich diejengen, welche zur Aufbewahrung des Leuchtgases dienen, sind oben hinlänglich beschrieben , und können daher hier ganz ültergangen werden. Bei weitem am bedeutendsten sind die Gasometer der zweiten Classe geworden, von denen auch ursprünglich die Bezeichnung dieses Namens ausging, und die große Reform in der Chemie, welche, durch Lavoisier begründet, das Phogiston verbannte und die Zusammensetzung des Wassers aus zwei Gasarten vermittelst solcher Apparate bewies und anschalich darstellte, verschaffte den letzteren eine große Celebritt, so daß nicht leicht in den physikalischen oder chemischen Cabinetten ein nach der einen oder der andern der verschildenen Angaben construirtes Exemplar fehlt. Gegenwärtig

S. Art. Gasbelenchtung.

aber ist diese allerdings wichtige Entdeckung so vollständig be stätigt, mit so unzähligen anderen Phänomenen so innig verbunden, und so ganz eigentlich in das Gebiet der Chemie übergegangen, daß eine genaue Beschreibung dieser Apparate der Physik nicht weiter angehört, weßwegen ich mich begnüge, bloß das wesentlichste mitzutheilen, was zur Geschichte und Literatur diser Apparate gehört.

Der erste allgemein bekannt gewordene Apparat, welcher zur Erzeugung des Wassers aus dem Verbrennen eines Gemenges von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas diente, wurde nach 1783 von LAVOISIER und Meus vier gebraucht 2, bestand aus einer Art vou Cylindergebläse, war aber sehr complicirt, und kostete 1800 Franks. Es geschahen daher viele Vorschläge, das Instrument theils wohlfeiler, theils bequemer zu machen. Unter andern gab sich VAN MARUM viele Mühe, den Mechanismus vortheilbafter herstellen zu lassen; er änderte daher seine zuerst angegebene Maschine 3 später in verschiedenen Stücken wieder ab 4, und sie gehört daher mit unter die zweckmäßigst construirten, die es giebt. Dem von Layoisien am nächsten nachgebildet ist dasjenige Gasometer, welches D"motier in Paris für v. Hauch in Kopenhagen um den dritten Theil des Preises verfertigte, den LA-VOISIER'S Apparat gekostet hatte 5. Noch einsacher ist indels der Apparat, welchen Cuthbratson 6 sich verfertigte, um die Erzeugung des Wassers aus den beiden Gasarten zu zeigen, unt derjenige, dessen sich Fontin zu ähnlichen mit Lerevne angestellten Versuchen bediente 7. Ungleich zusammengesetzter und künstlicher ist dagegen Seguin's Gasometer 8, und der einfache, mit genügender Sicherheit anwendhare, zugleich nicht

¹ Vgl, G. II. 186. Verschiedene hier nicht angegebene Gasmeter, z. B. von Monge, von Desacques u. Besaun u. a. sind beschrieben in Encyclopedie Method, T. III. p. 313.

² Lavoisier Traité élém. de Chem. II, 842.

⁸ Gren's J. d. Ph. V. 154, Lichtenb. Mag. VIII. 2, 68.

⁴ Gren. VI. 3.

⁵ Physikalische, chemische, naturhist. Abhandl. aus d. nues Samml. der Kopenh. Denksch. übers. von Scheel u. Degen. I. 1. Vrgl. Gren N. J. II. 11

⁶ Nicholson's Journ. of Nat. Phil. II. 285.

⁷ Journ. de Ph. 1788. Dec.

⁸ Bulletin de la Soc. Phil. An. V. p. 75. Vrgl. G. H. 190.

koetbare Apparat, welchen J. T. MAYER 1 in Vorschlag brachte und wirklich ausführen ließ, verdiente daher zu seiner Zeit vorzügliche Aufmerksamkeit. Unter den übrigen vorgeschlagenen Constructionen nenne ich nur noch die von Fischen 2, von VOIGT 3, von TREES 4 und von STEEVERS 4. Am zweckmäseigsten construirt, und zugleich Bequemlichkeit mit Sicherheit und äußerer Eleganz vereinigend ist das Gasometer, welches F. Parnor angegeben hat 6, wovon ich daher hier eine Zeichnung und Beschreibung mittheile. Dasselbe besteht aus zwei gleichen Behältern A, A (deren eins mit Aufopferung der äu-Fig. seeren Schönheit am zweckmässigsten für die Erzeugung des 177. Wassers aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas doppelt so groß seyn könnte, als das andere), bestimmt zur Aufnahme der Gasarten. In ihnen befinden sich die Thermometer a, a, und oberhalb die Heberbarometer β , β . Jedes hat unten eine Schraube a, a, aus welcher das zur Füllung dienende Wasser ablaufen kann, deren Oeffnung aber so klein seyn muls, dass der Luftdruck den Abslus ohne gleichzeitiges Einströmen der Luft von oben unmöglich macht. An der Seite dieser Gefülse befinden sich graduirte Glassöhren yy, yy, welche oben und unten mit den Sessers communiciren, und daher die Höhe des Wassers in denselben angeben, mithin auch den, durch vorhergegangene Messung bestimmten Cubikinhalt des darin befindlichen Gases, dessen Spannung durch die Heberbarometer &, & angegeben wird. Vermittelst der, oben in einen Trichter erweiterten Rohren do, do werden die Gefässe mit Wasser gefüllt, durch die gekriimmten elastischen Röhren e, c aber mit Gas, während die Heberbarometer verschlossen sind, und das Wasser durch die Oeffnungen a, a abläuft. Die Verbrennung der Gasarten geschieht im Gefälse B, indem der Strom des Wasserstoftgas ver-

¹ J. T. Mayer descriptio machinae cet. Gott. 1800. 4. Auch' in den Comm. Soc. Gott. von 1800.

² Scherer's Journ. X, 801.

S Trommsdorff Journ. de Pharm. XII. 44.

⁴ J. d, Ph. XL. 116.

⁵ Phil. Mug. XVII. 34,

⁶ Ueber Gasometrie nebst einigen Versuchen über d. Verschiebbarkeit d. Gase. Eine von der Phil. Facultät der K. Universität zu Dorpat gekrönte Preisschrift. Dorpat 1814. 4. Daraus in Allg. Nord. Ann. V. 190. Schweigg. J. XXVII. 192.

mittelst des Drahtes es durch einen elektrischen Funken entzün det wird, worauf man den gebogenen Draht durch eine Drehung seitwärts von der Flamme bewegt. Die Gefälse C, C sind Wassergefalse, welche auf den durch die Zeichnung deutlichen Gestellen stehen, und durch die Oeffnungen 'd, d gefüllt werden, worauf man die letzteren verschließt. Damit nur eine bestimmte Menge Wassers absließen möge, werden die Hähne i, i an den Quadranten k, k jederzeit auf den einmal aufgefundenen Punct gestellt, und um den Absluss gleichförmig zu machen, so dass in gleichen Zeiten stets eine gleiche Menge Wassers abläuft, dienen die Röhren mm, mm, welche in ihren Lederbüchsen an der Scale n, n heraufgezogen werden, wenn der Ausfluss reichlicher seyn soll. Uebrigens können diese Skalen entbehrt werden, indem man die Röhren für einen stets gleichmässigen Absluss bis etwa einen Zoll über den Boden der Gefälse heraufzieht und so stehen lälst. Die Füllung und weitere Zurichtung des Apparates für Versuche ergiebt sich nach der Zeichnung aus bekannten Principien von selbst.

Will man den Versuch der Wasserbildung aus den beiden Gasarten ohne eigentliche genaue Messung bloß anschaulich machen, so kann dieses leicht durch einen von G. G. Schmot! angegebenen höchst einfachen Apparat geschehen, welcher noch obendrein jede sonst immer mögliche Gefahr einer Explosion Fig. durch das gebildete Knallgas vermeidet. Ein gläserner Ballon A, 178 dessen dicker Rand oben eben geschliffen ist, wird mit Sauerstoffgas gefüllt, und vermittelst etwas auf den mattgeschliffenen Rand gestrichener Pomade durch den metallenen Deckel CD luftdicht verschlossen. Die Platte hat unten ein spitz zulaufendes umgebogenes Rohr, welches durch den Hahn F an der entgegengesetzten Seite verschlossen, oder durch das in die obere Oeffnung gesteckte, gleichfalls gebogene Rohr ab nach Oeffnung des Hahns E mit der Blase B in Verbindung gesetzt werden kann. Ist diese Blase mit Wasserstoffgas gefüllt, das Rohr ab in die Oeffming gesteckt, wird nach dem Oeffnen der Hähne E und F das aus der Spitze strömende Gas angezündet, in den vorher mit Sauerstoffgas gefüllten Ballon gesenkt, welcher damit zugleich durch den Deckel verschlossen wird, und drückt man weiteres Wasserstoffgas aus der Blase, so vereinigen sich die beiden ver-

¹ Hand - und Lehrbuch der Naturlehre. Gielsen 1826. S. 320.

brennenden Gasarten zu Wasser, welches sich an den Wänden des abgekühlten Ballons anlegt. Es ließe sich leicht in dem Deckel noch ein Zuleitungsrehr für Sauerstoffgas anbringen, um den Verbrennungsprocess auf längere Zeit zu unterhalten. Seitdem man übrigens vermittelst des durch Döberennen erfundenen Platinschwammes die Verbindung der beiden Gasarten zu Wasser unter so vielfachen Modificationen zu bewerkstelligen gelernt hat ¹, ist die Bedeutsamkeit aller dieser Apparate sehr gesunken.

Unter die dritte Classe von Gasometern gehören alle diejenigen Apparate, vermittelst deren man meistens gemessene Quantitäten von Gas durch Wasser oder Quecksilber gesperrt aufbewahrt und zum bequemen Ausströmen temporär einschließt. Es werden daher auch die pneumatischen Wasser - oder Quecksilberapparate, die pneumatischen Wannen, deren sich die Chemiker vielfach bedienen, mit diesem Namen belegt 2, ferner die mit Wasserstoffgas und Sauerstoffgas gefüllten Gasbehälter, welche vereint das Hare'sche Knallgasgebläse bilden, und viele andere. Sie sind zunächst für den Chemiker bestimmt, und werden bei andern Gelegenheiten näher beschrieben, insofern sie' für physikalische Versuche Anwendung finden. Das hauptsächlichste, bei ihnen in Betrachtung kommende physikalische Gesetz bezieht sich auf die Hervorbringung eines gleichmäßigen Abflusses oder Zuslusses der Flüssigkeiten und des gleichzeitigen gleichmässigen Ausströmens der Gase. Das eigentliche Princip, worauf ihre Construction beruhet, nämlich der aërostátische Luftdruck, ist schon oben erörtert 3, mannigfaltige Vorschläge hierzu sind aber angegeben z. B. von Steevens 4. von MICHELOTTI 6 u. a.; inzwischen begnüge ich mich nur zwei Vorrichtungen dieser Art etwas ausführlicher zu beschreiben, welche beide dazu bestimmt sind, ein stets gleichmäßiges Ausströmen der Gase aus Röhren zu bewirken.

Das erste dieser Gasometer ist dasjenige, welches

^{1 8.} Schweigg. J. N. F. XII. 62.

^{2 8.} z. B. Newman's Quecksilbergasometer bei G. LV. 115.

³ S. Aërostatik Th. I. S. 263.

^{4 8.} Phil. Mag. 1805, Jan. Daraus in Voigt's M. IX. 508.

⁵ S. J. de Ph. LIII. 284.

BLOT 1 beschreibt, wovon mannigfaltige mitzliche Anwendungen gemacht werden können, und dessen sich namentlich Gr-RARD bediente, um einen gleichmäßigen Ausstuß des Oeles in Fig die Gefässe der Lampen zu bewirken. Es sey das Gefäs B mit 179 atmosphärischer Lust oder irgend einer Gasart erfüllt 2, wobei die Hähne R, S und O als geschlossen angesehen werden. Ueber diesem Gefälse befindet sich ein anderes gleich großes oder noch etwas größeres AA, welches mit seinem unteren Halse in die obere Oeffnung des ersten Gefälses gesteckt ist, und hiernach mit der etwas nach oben gekrümmten Röhre in Verbindung steht. Auch das obere Gefäls ist gänzlich verschlossen, hat aber in seinem Deckel zwei Oeffnungen, die eine bei F, welche dazu dient, dasselbe mit Wasser (oder Quecksilber, wenn dieses seyn müste) zu füllen, und nachher mit einem Stöpsel luftdicht zu verschließen, die andere bei T, in welcher durch einen Kork oder vermittelst einer andern geeigneten Vorrichtung eine verschiebbare Röhre herabgeht. Ist dieses obere Gefäls mit Wasser gefühlt, die Oessnung bei F verschlossen, die Röhre H aber an beiden Enden offen, so wird nach dem Oeffgen des Hahns O ein stets gleichmälsiger Absus des Wassers aus dem oberen in das untere Gefäls statt finden, aus Gründen, welche an dem goeigneten Orte ? entwickelt sind. Ist demnach das untere Gefäls mit Gas gefüllt, so wird dieses nach dem Oeffnen des Hahns R gleichfalls in einem gleichmäßigen Strome aussließen. Röhre t'h dient für den Fall, wenn man Gas aus einem anderen ganz gleichmässig construirten Apparate in diesen überführen will. In diesem Falle wird die für den Ausstuss des Gases dienende Röhre t mit der gleichen Röhre eines zweiten Gesome-

¹ Traité. I. 76. Die Zeichnung und Beschreibung ist etwas abgeändert, weil Biot's Angaben einigen leicht bemerklichen Mängeln unterworfen sind.

² Wie diese Fällung geschehen könne, giebt Bior nieht an, indess würde sie sich durch eine Oeffnung im Boden in einer Wasseroder Quecksilberwanne leicht bewerkstelligen lassen. Sonst könnte das Gas auch aus einer Thierblase durch mechanischen Druck in die Röhre t gepresst werden, während das Wasser aus der Röhre t'abflösse, oder man könnte das Rohr t herabbiegen, unten mit einem Trichter versehen, das ganze Gesäs B in die pneumatische Wanne senken, und das Gas einstillen.

³ S. Aerostatik Th. I. S. 263,

ters verbunden, und während das letztere sich mit Wasser füllt, muß das in diesem enthaltene Gas in das erstere überströmen, wenn der Hahn O verschlossen, S degegen geöffnet ist,
so daß das Wasser in haußteigen und aus t'absließen kann.

Das zweite Gasometer, welches ich seiner großen Einfachheit wegen gleichfalls zu erwähnen für zweckmäßig achte, ist von D'AUBUISSON angewandt, um den Widerstand aufs Neue durch Versuche zu bestimmen, welchen die Luft bei ihrem Ausströmen aus Oeifnungen verschiedener Art erleidet. genaue Beschreibung desselben ist mir in diesem Augenblicke noch nicht bekannt, und ich kenne die Einrichtung nur aus einer vorläufigen Anzeige 1, indess begreift man auch hieraus die Construction sehr leicht. Das Ganze bestand aus einem hohlen Cylinder von 0,65 Met. Durchmesser und 0,8 Met. Höhe, welcher mit der offenen Seite, also umgehrt, in eine Cisterne mit Wasser getaucht die eingeschlossene Lust in sich falste, und durch aufgelegte Gewichte comprimirte, wobei der Grad der Zusammendrückung durch ein Wasserbarometer angezeigt wurde. Seine Einrichtung war also im Kleinen genau so als derjenigen, welche zum Aufbewahren des Leuchtgases dienen, und auf gleiche Weise sollte auch die Lüft ans demselben unter stets gleichmässigen Drucke durch ein geeignetes Rohr abstiessen. Die Erhaltung eines stets gleichmäßigen Druckes, als nothwendige Bedingung einer gleichmässigen Ausströmung der Luft, wurde aber durch das veränderliche hydrostatische Gewicht des eingetauchten Theiles des Gasbehälters stets verändert, wie oben 2 ausführlich nachgewiesen ist, und n'Aunursson giebt nicht an, wie er diesen Einflus aufgehoben habe. Vielleicht wandte er hierzu eins der dort angegebenen Mittel an, oder die Correction geschah ganz einfach durch Regulirung der, den Gasbehälter beschwerenden Gewichte. Liesse sich dieses mit hinlänglicher Genauigkeit bewerkstelligen, wobei der Stand des Wasserheberbarometers (Manometers) stets zur genauen Controle dient, so gehört ein solches Gasometer wegen seiner grosen Einfachheit für die mannigfaltigen, damit zu erreichenden Zwecke unter die brauchbarsten physikalischen Apparate 3.

¹ Ann, Ch. Ph. XXXII. 827.

² S. Gasbeleuchtung. Gasometer.

³ Vrgl. Gebläse. A. d.

Sehr simmeich construirt ist endlich desjenige Gasometer, welches Despert 1 angewandt hat, um die Veränderung der Luft durch animalische Respiration und die Menge der hierdurch erzengten thierischen Wärme zu bestimmen. Indem es aber für diesen bestimmten Zweck gebauet und diesem angemessen eingerichtet war, für andere Bestimmungen aber eine abgeänderte Einrichtung erhalten müßte, die dabei befolgten Principien aber in den mitgetheilten Beschreibungen enthalten sind, so kann es hier nur im Allgemeinen erwähnt werden. M.

Gebläse.

Machinae spirantes; Machines soufflantes; blowing machines.

Durch den Ausdruck Gebläse werden im Allgemeinen alle diejenigen Vorrichtungen oder Maschinen oder Apparate bezeichnet, welche ein Gas oder Dampf in eine solche Bewegung versetzen, dass sie blasen, hauptsächlich um dadurch das Verbrennen brennbarer Substanzen zu befordern und die dadurch bewirkte Hitze zu vermehren 2. Wenn man also die Vermehrung des Luftzuges abrechnet, wodurch das Brennen bei verschiedenen Oefen, namentlich den Windösen, befördert zu werden pflegt, als welche man dem Sprachgebrauche nach, nicht unter die Gebläse rechnet, so lassen sich alle die mannigfaltigen Vorrichtungen dazu zählen, deren man sich bedient, brennenden Körpern einen stärkeren Luft - oder Gasstrom zuzuführen. von dem einfachen Blasen mit dem Munde bis zu den künstlichen Gasgebläsen, indem sie dem Wesen nach in eine und die-Insofern aber verschiedene dieser selbe Classe zu setzen sind. Apparate zur Technologie und praktischen Maschinenkunde gehören, und daher hier nicht vollständig abgehandelt werden können, so scheint es mir am zweckmäßigsten, bloß die vor-

¹ Truité élémentaire de Physique. Par. 1825. 8. 749.

² Wenn eine herabstürzende Lavine eine Quantität Lust unter sich einschließt, durch ihre Masse comprimirt, und diese dann aus irgend einer Oessnüng strömend entweicht, so heißt dieses gleichfalls Geblüse; allein diese Wortbedeutung kann hier füglich veruuchlässigt werden.

züglichsten Arten zusammenzusassen, und die physikalischen Principien anzugeben, worauf ihre Construction und Wirkungsart beruhet. Aus diesem Gesichtspuncte betrachtet, theile ich die sämmtlichen Gebläse in drei Classen, zuerst diejenigen, welche dazu dienen, den Combustibilien zur leichteren und schnelleren Verbrennung die erforderliche Quantität atmosphärischer Lust zuzuslühren, die zweiten, deren Bestimmung ist, einer Flamme durch den Impuls des Stromes einer elastischen Flüssigkeit eine schärfere Richtung auf einen bestimmten Punct zu geben und dadurch ihre Intensität und Wirksamkeit zu vermehren, endlich drittens diejenigen, bei denen die strömenden elastischen Flüssigkeiten die Flamme dadurch verstarken, dass aie noch mehr als die atmosphärische Lust in dieselbe übergehen oder sie erst eigentlich erzeugen.

A. Gemeinhin sogenannte Gebläse.

Die erste Classe der Gebläse begreift diejenigen unter sich, welche man gewöhnlich und fast ausschließlich mit diesem Namen zu belegen pflegt, und deren Untersuchung einen wichtigen Theil der praktischen Maschinenkunde, insbesondere in ihrer Anwendung auf das Hüttenwesen ausmacht. Im Allgemeisenen bestehen sie aus Räumen von verschiedener Größe, welche bedeutend erweitert werden können, sich dabei zugleich unter Mitwirkung der geeigneten Klappen oder Ventile mit Luft füllen, und diese bei wiedereintretender Raumverminderung durch gleichzeitig herbeigeführten stärkeren Druck zum Ausströmen aus irgend einem engen Canale zwingen. Da es übrigens hier der Ort nicht ist, diesen Gegenstand erschöpfend abzuhandeln, so mag folgende Angabe der vorzüglichsten Apparate genügen, deren Construction außerdem durch den bloßen Anblick der Figuren leicht vollständig erkannt werden kann.

a. Die einfachste und hinlänglich bekannte Maschine ist der gemeine Blasbalg, deren mehrere in sehr vergrößertem Masstabe, verglichen mit den Handbleshälgen, bei Schmelzoder Hüttenwerken vereinigt zu werden pslegen. Bei den einfachen sind die Seiten von Leder, oder wenn dieses zu kostbar
ist, von Holz, und dann heilsen die letzteren auch wohl Kastengebläse. Weil ihre Wirkung beim Aufziehen aufhört, eine
solche Unterbrechung des Lustzuslusses aber sür die Schmelzpro-

cesse nachtheilig ist, so macht man mindestens die mit ledernen Seitentheilen in der Regel doppelt, so dass durch die Bewegung der unteren Abtheilung die frische Luft in die obere gepresst wird, und aus letzterer vermöge eines obenausliegenden Gewichtes stets beinahe gleichmäßig ausströmt. Bei den einfachen wird entweder die untere Wand durch den bewegenden Mechanismus gegen die obere gedrückt, und feilt dann derch ihr eigenes Gewicht wieder herab, oder die obere wird beim Füllen in die Höhe gehoben und durch die aufgelegten Gewichte wieder herabgedrückt. Die Ventile sind blosse Kluppen. Blasebulge mit Leder sind für kleinere Gebläse die zweckmäßigsten Apparate; für Hohofen, Schmelsofen, Frischwerke u. del. sind sie zu kostbar in der Unterhaltung, hölzerne haben viele Reibung, und beide fassen nicht so viele Luft, als dem Raume nach erwartet werden könnte, den sie einnehmen, wesswegen man den folgenden Apparaten den Vorzug einräumt.

b. Das Cylindergebläse ist in seiner wesentlichen Einrichtun; z eine Art Luftpumpe. Einen Uebergang der Blasebälge zu ihnen geben die einfachen Blasebälge der chinesischen Schmie-Fig. de 1. Diese bestehen aus einem länglichten vierkantigen Kasten von Holz ABCDE mit einem diesen genau schließenden Querbrette G, welches letztere an der Handhabe F hin und her gezogen wird und die Luft aus der Blastohre K austreibt. Ventilklappen befinden sich zu beiden Seiten an dem Brette G. Die gewöhnlichen Cylindergebläse bedürfen keiner Beschreibung, weit sie als blosse Stiefel mit einem beweglichen Embolus, nach Art der Luft - oder Compressionspumpen an sich verständlich sind. Sie haben indels mit den einfachen Blasebälgen den Nachtheil gemein, dass bei jeder Hebung ein Stillstand des Blasens aintritt. Ungleich besser ist daher das doppeltwirkende Cylindergebläse, dessen Construction aus der Zeithnung leicht er-Fig kannt wird. AA ist ein großer Cylinder, welcher in England 181. gewöhnlich aus Eisen gemacht wird. In diesem bewegt sich der Runbolus B auf und ab, indem beim Aussteigen das Ventil C durch das Gegengewicht b, das Ventil F dagegen durch den Druck der Lust geschlossen wird, während zugleich D sich öffnet und F' sich schließt. Beim Herabgehen des Embolus findet

¹ Robison System of Mechanical Philosophy. Edinb. 1822. IV Vol. 8. III. 785.

ein umgekehrter Wechsel statt, so dass alse in beiden Fällen entweder durch das Ventil F oder F' Luft in die Röhre E gelangt, aus welcher sie durch einen beliebigen Canal, etwa d, zur Ansströmungsöffnung gelangt. Hierbei findet also nur ein momentaner Stillstand des Blasens in dem Augenblicke statt, wenn der Wechsel der Kolbenbewegung eintritt. Auch diese knize Unterbrechung wird durch eine andere Construction des Cylindergebläses vermieden, welche hiernach einige Achnlichkeit mit den doppelten Blasebälgen erhält, und in England nicht selten Anwendung findet. Dasselbe besteht aus zwei verbun-Fig. denen Cylindern. In dem einen ABCD wird der Embolus P182 stets auf und nieder bewegt, wobei in jenem Valle das Ventil E sich öffnet, F dagegen schliefst, in diesem dagegen ein entgegengesetztes Spiel der Ventile statt findet. Das Spiel des Kolbens vermittelst der Stange N, des um den Unterstützungspunce R vermittelst der Stange OP und der Kurbel PQ beweglichen Wangehalkens ist für sich blar. Die durch das Herabgehen des Embolus P in dem beschriebenen Stiefel comprimirte Luft strömt nicht unmittelbar sas der Blaserohre, sondern entweicht durch das Ventil F. in einen zweiten Cylinder GHKI, und drückt in diesem den Embolus L in die Höhe, dessen Stange durch die Cleffmang M geht, um ihn stets in einer horizontalen Lage zu erhalten. Aufgelegte Gewichte drücken letzteren fortwährend herab, und würden der Lust eine stets gleichmäßige Spannung geben, wenn nicht die Reibung des Embolus dieses hinderte. Dass man übrigens sehr vortheilhaft statt des einfach wirkenden Cylinders ABCD den eben beschriebenen doppelt wirkenden substituiren konne, liegt so nahe bei der Sache, dass es kaum besonders erwähnt zu werden verdient.

c. Statt der kostbaren eisernen Cylinder nimmt man zu dieser Art von Gebläsen auch blosse hölzerne Kasten, und erhält dann das eigentlich sogenannte Kastengebläse. Dieses besteht aus einem vierkantigen hölzernen Kasten, in welchem statt des Embolus ein den inneren Raum genau ausfüllendes Brett von ein bis drei Zoll Dicke an einer verticalen Stange auf und ab bewegt wird. Die Kasten sind entweder oben offen, und in diesem Falle drückt das herabgehende Brett die Luft im Kasten zusammen, so dass sie durch eine im unteren, verschlossenen Theile desselben befindliche, zu der Abzugsröhre führende Oestnung entweichen muß, oder die Kasten sind oben verschlossen;

and das answärts bewegte Brett wirkt comprimirend, oder sie sind endlich oben und unten verschlossen, die Stange des Brettes geht durch einen von diesen Böden luftdicht, und die Compression der Luft geschieht beim Aufgange und Niedergange. Gewöhnlich sind mehrere solcher Kasten vereinigt, und die Bewegung der Stangen ist so eingerichtet, dass die Scheibe des ersten Kastens die Compression wieder anfängt, wenn die des letzten sie endigt. Weil die den Embolus vertretenden Bretter sich allmälig abreiben, und dann zu viel Luft neben sich entweichen lassen, so legt man auf den Rand derselben vier an den Enden in Fig. minander gezapfte, unter den Klammern aa, aa, aa, aa, bewegliche, zugleich aber gegen das Aufgehobenwerden gesicherte Leisten gg, gg, gg, gg, welche durch die Federn eee, eee, ese, ese gegen die inneren Wände des Kastens gedrückt werden. Dass man diese, eben wie den Rand des Brettes mit Fett schmiere, um sie laftdichter zu machen, versteht sich von selbst, and aben so ergeben sich aus der Natur der Sache die Ventile, welche den Rückgang der Luft absperren, oder sich öffnen, um derselben den Zugang wieder zu gestatten; indess ist zum Ueberflus in I ein solches Klappenventil mit der, dasselbe niederdrückenden Feder n gezeichnet, auch wird man vortheilhaft dem Brette durch die eingeschobene Leiste ab mehr Steifheit zu geben suchen, in welche dann die bewegende Stange bei f fester eingelassen werden kann.

Wenn man bei der Anlage der Gebläse eine hinlängliche bewegende Kraft, etwa durch eine genügende Menge von Anfschlagewasser zu verwenden hat, so dass man diesen Kraftaufwand nicht scheuen darf, dann gehören diese Gebläse wohl unter die vorzüglichsten, weil sie den reichsten und stärksten Luftstrom geben. Sobald man aber mit der aufzuwendenden Kraft sparen muß, kommt die zu überwindende starke Reibung in Betrachtung, indem der Embolus, von welcher Construction und Liederung er seyn mag, dicht anschließen muß, wenn nicht zu viele Luft verloren werden soll.

d. Das hydrostatische Cylindergebläse begegnet diesem Hindernisse, indem einestheils die Absperrung der eingeschlossenen Luft bei ihm weit vollständiger ist als bei dem gemeinen Cylindergebläse, anderntheils aber die Reibung des Embolus bei ihm ganz wegfällt. Joseph v. BAADER 1 ist wohl der erste. welcher die individuelle Construction dieses hydrostatischen Cylindergebläses, wie dasselbe im Großen beim Hüttenwesen angewandt wird, in Vorschlag brachte, seine Einführung veranlasste, und daher auch als Erfinder desselben genannt wird, obgleich die Absperrung der'Luft durch Wasser und die Erzeugung eines Strömens der ersteren durch den hydrostatischen Druck des letzteren seit langer Zeit bekannt waren 2. Das hydrostatische Cylindergebläse gleicht im Großen vollständig demjenigen, welches im kleineren Maßstabe ausgeführt als ein bequemer physikalischer Apparat zu allerlei Schmelzversuchen angewandt werden kann, und daher unter der folgenden Classe der Gebläse genauer beschrieben werden soll. Hier genügt es daher nur im Allgemeinen zu bemerken, dass ein hohler, oben bedeckter Cylinder in eine mit Wasser gefüllte Cisterne herabgesenkt wird, die in ihm befindliche, durch das Wasser abgesperrte Luft durch seinen Druck comprimirt, und auf diese Weise zum Ausströmen aus einer geeigneten Röhre zwingt. Uebrigens liegt es sehr nahe bei der Sache, dass man statt der Cylinder füglich bei diesem Gebläse auch parallelepipedische oder anders geformte Kasten wählen könne, welche sich dann in ähnlich gestaltete Cisternen einsenken, wonach man also ein hydrostatisches Kastengebläse erhalten würde, auch kann zu diesen Apparaten, sowohl-Gulseisen als auch Holz oder ein sonstiges, nach Befinden der Umstände sich am Besten eignendes Material genommen werden. Dass man endlich verschiedene solcher Kasten zu vereinigen pflege and die Art ihrer Bewegung so wie die Ventile mehrfach abandern könne, versteht sich ohne Weiteres von selbst.

e. Eins der vorzüglichsten, von den Sachverständigen mit großem Beifalle aufgenommenen Gebläse ist das durch den Oberberginspector Henschel in Cassel erfundeue hydraulische

¹ Beschreibung eines neu erfondenen Gebläses. Gött. 1794. 4. J. v. Baaden setzt seine Erfindung in das Jahr 1787. S. Reichsanz. 1802 Nr. 83. Lavoisien's ähnliches und nach denselben Principien construirtes Sauerstoffgasgebläse ist aber von 1782. S. unten B. c.

² Vrgl. Mariotte Traité du mouvement des eaux. Par. 1686.

Auch in Oeuvres de Mr. Mariotte. A Leide 1717. 4. II. S. 400, woselbst sich die Idee findet, welche diesem Gebläse zum Grunde liegt.

1V. Bd. Ccc

Kestengebläse, welches da, wo wenig Wasser mit einer etwas größeren Fallhöhe zu Gebote steht, mit großem Vortheile an-Fig. gewandt werden kann. Ueber das eiserne, in der Mitte seines äußeren Randes ausgehöhlte Rad S läuft eine Art Paternosterwerk, welches aus einer Kette und daran befestigten runden Fig. hälzernen oder eisernen Scheiben besteht. Die letzteren p, p, 185 sind auf dem einen Gliede der Kette befestigt, und jede ist mit zwei Klappen versehen, welche sich beim Heraustreten aus dem Wasserkasten öffnen, um das Wasser frei durchströmen zu lassen, das andere Glied der Kette, h, bleibt dagegen frei. Fig. eine Seite der so construirten Kette läuft bei ihrer Bewegung 184. durch einen unter der Mitte des Rades anfangenden eisernen Cylinder, welcher nach der Form der herabhängenden Kette (der Catenaria) etwas gebogen ist, und unten auf dem Wasserkasten B ruhet; seine Weite ist aber so, dass die Scheiben in demselben frei und ohne Reibung herabfallen können, wesswegen sein Durchmesser den der Scheiben um 2 bis 4 Lin. über-Lässt man also Aufschlagwasser in den Cylinder fallen, so drückt dieses die Scheiben herab, bildet über diesen einen Wassercylinder, deren zwei einen zugleich mit herabsinkenden Luftcylinder zwischen sich einschließen, und in den Wasserbehälter B herabdrücken, wo sich die Luft sammelt, und durch das höherstehende Wasser zum Ausströmen durch die Leitröhre F gezwungen wird, während die Scheiben aus dem Wasserkasten wieder in die Höhe gehoben werden. Hierbei öffnen sich die zum Durchlassen des Wassers bestimmten Klappen, und schließen sich durch ihr eigenes Gewicht wieder, wenn sie auf der entgegengesetzten Seite des Rades angekommen sind. Gebläse lasst sich in sehr großem Massstabe aussühren, indem die Röhre ein auch zwei Fuss Durchmesser haben kann, auch lassen sich mehrere solcher Ketten in dem nämlichen Kasten vereinigen, und die Bewegung ist sehr schnell. Soll die Quantität der zugeführten Luft berechnet werden, so darf man nur den Raum zwischen den Scheiben bestimmen, welche in einer gegebenen Zeit durch die Röhre herabfallen, und von dieser Größe den Betrag des in gleicher Zeit erforderlichen Wassers abziehen. Bei einer auf der Sollingerhütte unweit Usler im Hannöverschen befindlichen Maschine dieser Art betrug der Raum zwischen zwei Scheiben 3,8864 Cub. F. wosur wegen des anhängenden Wassers nur 3,8 C. F. gerechnet wurden. Solcher Cellen gingen in

einer Minute 137 durch den Cylinder, welches also 520,6 Cub. F. Luft in dieser Zeit giebt. Hiervon das Aufschlagewasser mit 93,8 Cub. F. abgerechnet blieben 426,8 Cub. F. in einer Minute. Dass hierbei wegen einiger seitwärts entweichender und auch unter mechanisch sortgerissener Luftblasen ein geringer, jedoch 0,05 des Ganzen nicht erreichender Verlust eintrete, ist wohl zu erwarten, und auch durch Versuche erwiesen; serner kann die Lust entweder unmittelbar in den Osen geleitet oder zuvor in einem Windkasten angesammelt werden. Ein Hauptvorzug des Gebläses beruhet auf der unmittelbar durch den Mechanismus gegebenen gleichmäsigen Luftströmung 2.

f. Der hydraulischen Gebläse giebt es außerdem noch verschiedene, welche aber einzeln aufzuführen hier überslüssig seyn würde. Dahin gehört zuerst das Tonnengebläse, eine Tonne, welche bis zur Hälfte ins Wasser gesenkt, um ihre Axe oscillirend gedrehet wird, so dass abwechselnd die eine und die andere Hälfte des hervorragenden Theils sich mit Luft und mit Wasser füllt, letzteres aber die erstere mit einer sehr geringen Kraft der Strömung heraustreibt. Man hat sie gegenwärtig, wenigstens in Frankreich, überall abgeschafft, weil ihre Wirkung zu gering ist. Ferner die Wassertrommel oder das Wassertrommelgebläse, eine Vorrichtung, bei welcher Wasser aus einer etwas größeren Höhe in einem durchlöcherten Einlassrohre herabfällt, dabei eine Menge Luft mechanisch mit sich fortreisst. und indem beides, sowohl Wasser als auch Luft sich in einem Gefälse, der Trommel, ansammelt, strömt die letztere durch ein horizontales, höher liegendes Rohr in den Ofen, während das erstere durch einen anderen Canal abfliesst. Diese Art des Gebläses findet sich hauptsächlich bei den spanischen und corsischen Hohöfen, weil in jenen bergigten Gegenden leicht Wasser mit hohem Falle zu finden ist. Auch dieses Gebläse giebt keinen starken Luftstrom und außerdem kommt die Luft sehr feucht, unter Umständen selbst wohl mit etwas mechanisch fortgerissenem Wasser vermengt, in die Oefen. Endlich das

^{1 8.} Versuche und Beobachtungen über die Geschwindigkeit und Quantität verdichteter atmosphärischer Luft, welche aus Oeffnungen von verschiedener Construction und durch Röhren ausströmt, von F. K. L. Koch. Gött. 1824. 8. Vrgl. Ann. des Mines VII. 3, wo demselben, wohl mit Unrecht, zu viele Reibung zugeschrieben wird.

Waldhorn - , Schnecken - oder Rotationsgebläse , welches man in Russland anwendet, ist ganz der von Winz erfundenen Spiralpumpe nachgebildet 1. Zwei verticale, durch Wasser um ihre Axe gedrehete Bretter schließen vier spiralförmig um die Axe gewundene blechene Räume ein, und indem die hieraus gebildete Trommel bis fast zur Hälfte in ein Gefäs mit Wasser gesenkt ist, so wird die in den spiralförmigen Windungen eingeschlossene Luft beim Eintauchen derselben in das Wasser abgesperrt und zum Entweichen vor dem nachdringenden Wasser gezwungen. Die Luft sammelt sich dann zuletzt in der hohlen Axe des Rades und strömt von hier in den Ofen, während das zugleich mit gehobene Wasser durch einen Canal seitwärts abfliesst. Bei dieser, übrigens gewiss nicht effectlosen Einrichtung scheint mir ein vorzügliches Hinderniss in dem Wasser zu liegen, worin sich die Hälfte der Maschine stets bewegt, da es bekanntlich eine große Kraft erfordert, solche Bewegungen im Wasser hervorzubringen 2.

Nicht alle Gebläse geben einen stets regelmäßigen und ununterbrochenen Luftstrom, welchen übrigens die meisten Metallurgen für vortheilhaft oder unentbehrlich zum Gelingen der metallurgischen Processe erachten. Außerdem kann das Gebläse in einigen Fällen nicht unmittelbar am Ofen angelegt werden, oder man wünscht die comprimirte Luft mehrerer Gebläse vorher zu vereinigen. In allen diesen und ähnlichen Fällen wird

¹ Eine vollständige Beschreibung dieser Pampe nebst dem Geschichtlichen ihrer Erfindung und der Literatur findet man in: Systematische Darstellung aller Erfahrungen über allgemeiner verbreitete Potenzen von L. v. Schmidt, genannt Phissippeck. Arau 1808. T. III. S. 878.

² Zur Literatur über die Gebläse im Allgemeinen dienen Poppe Encyklopädie des gesammten Maschinenwesens u. s. w. Art. Balg – und Cylindergebläse. Rosison System of Mech. Phil. III. 781. ff. Christian Traité de Mécanique industrielle T. III. p. 201. und 403. Borgus Traité complet de Mécan. appliquée aux arts. Des Machines employées dans diverses Fabrications. Par. 1819. 4. pag. 31. ff. J. Baadra Theorie des englischen Cylindergebläses nebst einigen Vorschlägen zur Verbesserung dieser Maschinen. München 1805. 4. Dann hauptsächlich über die Hüttenkunde, namentlich Karsten Haudbuch der Eisenhüttenkunde. Lampadius Handbuch d. allgem. Hüttenkunde. Gött. 1801. I. S. 315. Dessen Supplemente zum Handbuche d. allgm. Hüttenkunde. Gött. 1826. Bd. II. S. 89.

ein Windkasten angelegt, ein Behälter für die aus einem oder mehreren Gebläsen strömende verdichtete Luft, wie hauptsächlich zuerst in England bei den Hohöfen zu Devon geschah, in welchem sich die Mündungen der Gebläse vereinigen, und aus welchem die comprimirte Luft (der Wind) in die Feuerstätten geführt wird. Die Fosm eines solchen Windkastens ist gleichgültig, und wird durch die Umstände bestimmt, die Größe desselben darf indess nicht zu geringe seyn, vielmehr sein Inhalt den Inhalt wenigstens eines in ihn mündenden Gebläses übertreffen, damit der Wechsel beim Auf- und Niedergange der Blasemaschinen die Elasticität der eingeschlossenen Luft nicht merklich verändere. Bei einem solchen Windkasten wird übrigens der zweite condensirende Cylinder des oben beschriebenen Cylindergebläses überslüssig.

Ferner kommen bei den Gebläsen die Leitungsröhren in Betrachtung, welche den Luftstrom in die Windkasten und aus diesen zu den Feuerstätten oder unmittelbar in die letzteren führen. Hierüber lässt sich im Allgemeinen nur sagen, dass es vortheilhast ist, sie nicht zu lang und nicht zu enge zu machen, weil der Luftstrom durch die Adhäsion an ihre Wandungen an Geschwindigkeit verliert, und aus diesem Gesichtspuncte betrachtet wird man vorzugsweise runde Röhren wählen, welche bei gleichem cubischen Inhalte die kleinste Oberstäche darbieten. Das äufserste Ende dieser Röhren, welches den Wind der Feuerstätte zuführt, wird die Deupe oder Düse genannt. Die Erfahrung hat gelehrt, dass die konische Form dieser Düsen. indem die Seite derselben mit der Axe einen Winkel nicht kleiner als 3° und nicht größer als 12° macht, die vortheilhasteste ist; auch müssen ihre inneren Flächen polirt seyn,

Um endlich die Stärke der Compression der in dem Gebläsekasten eingeschlossenen oder der durch das Windleitungsrohr strömenden Luft zu messen, bedient man sich des Elasticitätsmesser
oder Windmessers (eines Manometers), welcher auf dem Gebläsekasten oder auf der Luftleitungsröhre angebracht wird. Sie bestehen, wie die Heberbarometer an den Luftpumpen, aus einer doppelt heberförmig gebogenen Glasröhre, deren letzter Schenkel aber
nicht, wie bei jenen verschlossen, sondern offen und mit einigen Zollen Quecksilber gefüllt ist, und dessen Höhe über dem
Niveau im anderen Schenkel die Compression der Luft in Zollen

und Linien angiebt f. Nur in denjenigen Fällen, wenn eine geringere Stärke des Gebläses erfordert wird, oder allein erhalten werden kann, genügt es, den Elasticitätsmesser auch mit Wasser statt mit Quecksilber zu füllen, was große Uebequemlichkeiten haben würde, wenn die Röhre 2 bis 4 Fuls lang seyn müsste. Rücksichtlich der Bestimmungen durch diese Elasticitätsmesser bemerkt G. G. SCHMIDT richtig, dals derselbe auf dem Windkasten selbst und nicht auf dem Blaserohre zu nahe an dessen Mündung angebracht werden müsse, weil dort die Luft, einer starken Strömung ungeachtet, viel von ihrer Flasticität verlieren kann, ja es ließe sich eine solche Länge und Weite dieses Rohres denken, dass das Manometer auf O stände, und die Lust dennoch mit bedeutender Geschwindigkeit ausströmte. HENSCHEL hilft dieser mangelhaften Bestimmung dadurch ab, dals er das untere Ende des Manometers in die Luftleitungsröhre hineingehen lässt, und demselben dort eine dem Luststrome entgegengerichtete Biegung giebt. Wie vollkommen indels die Vorrichtung auch seyn mag, um eine stets gleichmäßige Dichtigkeit der im Regulator oder Windkasten comprimirten Luft zu erhalten, so wird das Manometer doch stets Schwankungen zeigen. Sie rühren theils von dem nicht absolut gleichmäßigen Gange der zur Bewegung der Gebläseapparate angewandten Maschinerie, welche aller Sorgfalt ungeachtet in der hierzu erforderlicken Größe mit einer für so feine Messungen absoluten Genauigkeit nicht gearbeitet werden kann, anderntheils und hauptsächlich von dem Einflusse der Wärme auf die Ausdehnung der Luft, indem jene in bedeutender Menge durch die Compression der letzteren ausgeschieden und durch ihre Expansion wieder gebunden wird 2. Inzwischen haben die hieraus- erwachsenden Ungleichheiten der Luftströmung auf den Nutzeffect übrigens genau gearbeiteten Gebläse keinen merklichen Einfluß.

Einen wesentlichen Theil der Gehläse macht die Maschinerie aus, wodurch die verschiedenen Arten derselben in Bewegung gesetzt werden. Indem dieser Gegenstand aber ganz ei-

¹ Solche Elasticitätsmesser sind im Art. Dampfmasching Th. II. 3. 467 Fig. 150 beschrieben und gezeichnet, dessgleichen im Art. Gasbeleuchtung, Fig. 168.

² Vrgl. G. G. Schmidt, Hand - mad Lehrbuch der Naturlehre. S. 2.

gentlich zur praktischen Maschinenlehre gehört, so kann er hier überall nicht abgehandelt werden.

Wenn hier sogleich die physikalische Theorie erörtert wird, welche bei allen Arten von Gebläsen, hauptsächlich aber bei der hier beschriebenen Classe in Betrachtung kommt, so reducirt sich diese blos auf zwei Principe, welche innig mit einander verbunden sind, und wovon das eine durch das andere bedingt wird. Es soll nämlich bei allen Gebläsen eine elastische Flüssigkeit, meistens atmosphärische Luft aus einer Oeffnung, in der Regel aus einer Röhre von verschiedener Weite und Länge, aussließen. Damit dieses geschehe, muss die elastische Flüssigkeit eine größere Elasticität haben, als die umgebende atmosphärische Luft, und die Geschwindigkeit der Strömung, mithin auch die Menge der in einer bestimmten Zeit aus einem Canale von gegebenem Querschnitte fliesenden elastischen Elüssigkeit ist nach Theorie und Erfahrung der Elasticität jener Flüssigkeit, folglich auch der Stärke ihrer Zusammendrückung nach einem gewissen Gesetze proportional, mithin reducirt sich das ganze Problem, wie groß die Geschwindigkeit der Strömung bei gegebener Compression mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Ausflusscanales sey, auf die Bestimmung der Elasticität und Dichtigkeit der eingeschlossenen Luft im Verhältniss zu der umgebenden, wonach dann bei bekanntem Querschnitte jenes Canales die Quantität der ausströmenden elastischen Flüssigkeit leicht berechnet werden kann. Die Aufgabe gehört somit unter den Art. Pneumatik, woselbst sie ausführlich erörtert werden wird. Hief genügt es daher nur im Allgemeinen zu bemerken, dals das hierbei zu berücksichtigende Gesetz für atmosphärische Luft und einige Gasarten bereits mit großer Genauigkeit durch eine Menge schwieriger Versuche bestimmt ist; für Dämpfe dagegen sind noch überall kaum Versuche vorhanden, auch kommt diese Aufgabe ungleich weniger in Betrachtung, als diejenige, welche sich auf die atmosphärische Luft bezieht. Für den praktischen Gebrauch reicht dasjenige vollkommen hin, was G. G. SCHMINT hierüber zum Theil nach eigenen Versuchen bestimmt hat. Nach ihm 1 ist für atmosphäriche Luft die Gechwindigkeit

¹ S. Haud - und Lehrbuch der Naturlehre. Gießen 1826. S. S. 212. Vrgl. J. v. Baader a. a. O. S. 64.

ihrer Ausströmung aus einer konischen Blaseröhre, deren Länge ihren Durchmesser nicht mehr als 30 mal übertrifft

$$' \circ = 0.7 \times \sqrt{2 \frac{gh}{d}}$$

wenn g die Fallhöhe in 1 Secunde, h den Höhenstand des zusammendrückenden Wassers oder des Elasticitätsmessers und d die Dichtigkeit der Luft im Gebläse bezeichnet. Setzt man z. B. das Verhältnifs der Dichtigkeit des Wassers zu der der Luft bei 15° R. Temperatur = 840: 1, die Höhe des Wasserdruckes h = 4 F., so ist $d = \frac{36}{32} \times \frac{1}{840}$ wenn der mittlere Druck der Atmosphäre einer Wassersäule von 32 F. gleichgesetzt wird Hiernach wäre

$$c = 0.7 \times 2 \text{ } \boxed{15 \times 4 : \left(\frac{36}{32} \times \frac{1}{840}\right)}$$

= 1.4 \text{ } \t

in einer Secunde. Diese Geschwindigkeit ist allerdings bedeutend, und sie wird geringer seyn, wenn das Ausstussrohr der Luft sehr lang oder gekrümmt ist, weil in diesem Falle nach Schmidt der Coëfficient 0,7 bis auf 0,5 herabsinken kann. Ausserdem scheint es zwar eine nur geringe Größe zu seyn, wenn man die Dichtigkeit der Luft um 🚦 vermehren will, allein eine nähere Untersuchung dieses zweiten, hierbei in Betrachtung kommenden, und durch das oben genannte bedingten Princips zeigt, dass sich auch dieses so leicht nicht, und in vielen Fällen überall nicht erreichen lässt. Nach den im Art. Aerostatik 1 angegebenen Berechnungen drückt nämlich die Luft bei 28 Z. Barometerstand gegen einen Par. Quadratfuls Fläche mit 2316,53 Pf. Nimmt man hiervon den achten Theil, so beträgt der Druck gagen die nämliche Fläche fast 290 Pf., und wenn also die Fläche des oberen Deckels eines gewöhnlichen Blasebalges oder hölzernen Kastengebläses bei einer Länge von 5 F. und einer mittleren Breite von 2 F. im Ganzen 10 Quadratfuß ausmacht, so müßte dieser mit 2900 Pf. oder mit 29 Ct. niedergedrückt werden, damit die Dichtigkeit der eingeschlossenen Lust um 1 zunimmt. Hiernach lässt sich dann auf gleiche Weise die Kraft berechnen, womit der Embolus des Cylindergebläses niedergedrückt werden muß, wozu bei allen diesen Gebläsen

¹ S. Th. I. S. 262.

noch die Reibung und bei den gewöhnlichen Bälgen noch die Steifheit des Leders kommt. Beim Wassercylindergebläse fällt diese in Beziehung auf den Cylinder selbst weg, dagegen aber . muls dann bei diesem der Wasserstand im äulseren Sperrgefälse (der Cisterne) 4 F. höher seyn, als unter dem Luftcylinder, und es muss daher Sorge getragen werden, dass die zur Ableitung der Luft dienende Röhre im Innern des Gebläses etwas länger sey, und in einem kleineren hohlen Cylinder mitten im Deckel des großen Cylinders aufgenommen werde, damit das beim Aufsteigen des letzteren herabsinkende Wasser nicht in dasselbe Ferner ist zu berücksichtigen, dass die Menge des Wassers, welche beim Niedergange des Luftcylinders an der Außenseite desselben hinaufgedrückt wird, um die eingeschlossene Luft zur erforderlichen Dichtigkeit zu comprimiren, nicht zu groß sey, damit sie beim Aufgange jenes Cylinders keinen zu großen Raum der Cisterne fülle, und deren Höhe dadurch unnothig vermehre. Letzteres wird am besten dadurch vermieden, wenn bei gut gearbeiteten Cylindern der Spielraum zwischen ihrer äußern Fläche und der inneren Wandung der Cisterne möglichst klein ist, indem es hierfür genügt, wenn der außere Durchmesser des Luftcylinders nur etwa 4 Lin. geringer ist, - als der innere der Cisterne. Es lässt sich dann leicht berechnen, wie hoch das Wasser im Cylinder beim Aufgange desselben höher steigen wird, als beim Niedergange, wie hoch es also, zur Raum - und Kostenersparniss vortheilhaft ist, die in der Mitte der Cisterne heraufgehende Luftableitungsröhre über den Wasserspiegel beim tiefsten Stande des herabgedrückten Luftcylinders zu erheben. Diese Größe beträgt nämlich so viel, als erforderlich ist den hohlen Wassercylinder aufzunehmen, welcher den herabgedrückten Luftbehälter umgiebt. Heisst nämlich der innere Halbmesser des cylindrischen Wasserbehälters R, der äußere des Luftcylinders r, die Höhe, bis zu welcher das Wasser beim Herabgehen des letzteren steigen soll, h, so ist der Inhalt des hohlen umgebenden Wassercylinders = $(R^2 - r^2) \pi h$. Steigt der Luftbehälter in die Höhe, so sinkt dieser hohle Wassercylinder herab, und bildet einen massiven Cylinder, dessen Inhalt $= R^2 \pi h'$ ist, wenn seine unbekannte Höhe = h' gesetzt wird. Es muss also (R^2-r^2) $\pi h = R^2 \pi h'$ seyn, woraus h' gefunden werden kann. Soll die Dicke des umgebenden Wassercylinders z. B. bei kleinen Gebläsen 2 Lin. oder # Z. betragen, and werden die sämmtlichen Größen in Zollen ausgedrückt, so ist $h'=\frac{h}{3\,R}\Big(1-\frac{1}{12\,R}\Big)$ und da $\frac{1}{12\,R}$ allezeit eine kleine

Größe ist, so kann h' = $\frac{h}{3R}$ um so richtiger genommen wer-

das Wasser beim Aufsteigen des Luftcylinders und dadurch erzeugten Oscillationen nicht in jenes Rohr fließen kann.

Man wird selten bei den Gebläsen eine so starke Verdich-

tung der Luft erhalten können, weil bei großen Maschinen nach den oben mitgetheilten Angaben hierzu eine zu große Kraft erforderlich wäre, auch ist die hier angenommene Vermehrung der Dichtigkeit der Luft, nämlich um # größer, als sie zu einem hinreichend starken Gebläse erfordert wird. bene hydraulische Kettengebläse vermeidet manche dieser Schwierigkeiten, indem der Druck der Wassersaule gegen die cylindrischen Scheiben leicht stark genug ist, um die verlangte Compression der Luft und die außerdem erforderliche Bewegung hervorzubringen. Inzwischen muß das Wasser in dem unteren Ka-Fig. sten B eine dem erforderlichen Drucke proportionale Höhe über 184. der unteren Mündung des Lustleitungsrohres F. haben, auch ist leicht abzusehen, dass der Lustverlust dem Grade ihrer Compression proportional seyn muss, weil die stärker comprimite Luft leichter das die Scheiben abspertende Wasser verdrängt und durch die Zwischenrämme entweicht. Jenes Gebläse, wonach Kock i seine Berechnungen anstellte, zeigte 2 F. 0,5 Z. Druckhöhe des Wassers am Elaterometer, und gab also nahe i Compression der Luft, welches gewiß in den meisten Fällen hinreichend ist. Nimmt man hinzu, daß bei diesem Kettengebläse das Ausströmen der Luft mit stets gleichbleibender Geschwindigkeit geschieht, beim hydrostatischen Cylindergebläse dagegen der Luftcylinder erst 2 F. herabsinken muß, ehe die eingeschlossene Luft die erforderliche Spannung erhält, daß aber während dieses Herabsinkens ein zunehmend stärkeres Ausströmen nach vorausgegangenem Stillstande desselben statt findet, so ergiebt sich seicht der Vorzug jenes vor diesem. Bei beiden ist die Luft stets mit Wasser in Berührung, folglich seucht, und beim Kettengebläse entschieden am seuchtesten. Verlangt man daher trockene Luft, so kann diese nur durch das Kastengebläse oder gemeine Blasesälge erhalten werden.

B. Kleinere Blaseapparate; Lampengebläse.

Die zweite Classe von Gebläsen fasst diejenigen Apparate · in sich, welche bestimmt sind, eine Flamme auf einen bestimmten Punct zu concentriren, und dadurch eine größere Hitze zu erzeugen. Im Allgemeinen ist es bekannt, dass eine zugespitzte, durch einen starken Luftzug gebildete Flamme eine bedeutende Hitze erzeugt, wie dieses namentlich bei der Glasfabrication in Anwendung kommt. Die Ursachen übrigens, worauf die Wirksamkeit dieser Apparate beruhet, scheinen mir der Hauptsache nach folgende zu seyn, wenn man zugleich berücksichtigt, dass eine gemeine Lichtslamme in sehr kleinen Massen die Weißsglühhitze erzeugt, wie man an kleinen Enden des Dochtes aus ihrem hellen Glanze abnehmen kann, zugleich aber auch daran wahrnimmt, dass sich nicht blos feine Glassäden in einer gemeinen Lichtslamme schmelzen lassen, sondern dass selbst feiner Eisendraht und sehr feiner Platindraht in derselben verbrennt. Dennoch aber leistet die gewöhnliche Flamme dasjenige nicht, was sie durch das Blaserohr geblasen zu leisten vermag, zuerst weil dann die sonst so leicht bewegliche Flamme den zu erhitzenden Gegenstand nicht umflackert, und in kleinen Interval-

¹ a. a. O. S. 184.

len wieder zur Abkühlung kommen läst, sondern beharrlich gegen den nämlichen Punct gerichtet ist; dann weil der stärkere Luftstrom nicht blos die Flamme mit sich fortreisst, sondern sie auch durch das Zuströmen der umgebenden Luft mehr concentrirt, wie denn die durch das Löthrohr angeblasene Flamme allezeit dünner ist, als die frei brennende; endlich drittens, weil die in einem dichteren Strome und mit größerer Geschwindigkeit herbeigeführte Luft durch die größerer Menge des enthaltenen Sauerstoffgases den Kohlenstoff der Flamme zum vollständigern Verglühen bringt, und überhaupt ein vollkommeneres Verbrennen der Bestandtheile der Flamme bewirkt, als wenn letztere das Sauerstoffgas blos aus ihrer Umgebung anzieht. Man wird daher auch finden, dass die mit dem Blaserohre angeblasene Flamme nicht schwalkt, wenn sie gleich frei brennend russig und schwalkend ist.

Die wesentlichsten Apparate dieser Classe sind:

a. Das gemeine Löthrohr, welches 1738 durch Andreas v. Schwab erfunden, nachher durch Gust. v. Engestrom¹ und Torb. Bergmann² beschrieben und empfohlen wurde, seitdem aber ungemein häufig, hauptsächlich von den Mineralogen zur Prüfung der Fossilien mit großem Nutzen gebraucht wird, außerdem aber bei der Verfertigung physikalischer Apparate zum Festlöthen kleiner Theile, zum Zuschmelzen feiner Glastöhren u. s. w. vortheilhaft benutzt werden kann. Ueber die Anwendung desselben in der Mineralogie, die hierzu vorgegeschlagenen verschiedenen Veränderungen desselben, die zugleich erforderlichen Hülfsapparate, namentlich ein kleines Löffelchen und feines Zängelchen von Platin oder letzteres wenigstens mit Platinspitzen und anderes dergleichen geben die Lehrbücher jener Wissenschaft genügende Auskunft. 3. Als Material nimmt man zu demselben Glas oder Kupfer, am häufigsten Mes-

¹ Halle fortges. Magie. T. III. S. 159. G. v. Engeström Beschreib. eines mineralog. Taschenbuchs u. insbesondere des Nutsens des Blaserohrs in d. Mineralogie. A. d. Schwed. übers. von Weigel. Greifsw. 1774. 8.

² T. Bergmann de tubo ferruminatorio u. s. w. Vindob. 1799.

³ J. Benzelfus von der Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie. Uebers. von H. Rose. Nürnb. 1821. v. LeosHARD Handbuch der Oryktognosie, Heidelb. 1826. S. 84. woselbst man
die weitere Literatur findet.

sing, zuweilen der äußeren Eleganz wegen Silber. Die Form desselben ist im Allgemeinen die konische, wenigstens muß die Spitze desselben, eben wie die Düsen der größeren Gebläse, diese Form haben, und hiernach besteht dasselbe entweder aus einer bloßen umgebogenen konischen Röhre, oder weil leicht Fig. etwas Speichel beim Blasen in demselben hinabläuft, und durch 186. den Luftstrom fortgerissen auf die glühenden Körper kommt, so giebt man ihm den Wassersack a, worin sich jener ansammeln Fig. 187. kann, und um diesen auszugießen, zugleich auch um das Ganze näher zusammengelegt leichter zu transportiren oder einzupakken, läßt man es aus drei Stücken bestehen, dem im Munde zu haltenden Rohre b, dem Wassersacke a und der Spitze c, welche eingeschmirgelt sind und ohne Weiteres in einander gesteckt werden.

b. Der Blasetisch der Glasbläser, welcher unter den vielfachsten Gestalten hauptsächlich zum Blasen des Glases benutzt wird. Als einfachste Vorrichtung nimmt man ein gewöhnliches gläsernes Löthrohr, welches an der Stelle seiner Biegung eine Kugel zur Aufnahme des Speichels haben muss, oder auch das zuletzt beschriebene messingene, befestigt dieses auf einem geeigneten Brette, und setzt eine passliche Oellampe so vor die Spitze desselben, dass die Flamme in einer wenig über die horizontale sich erhebende Richtung geblasen wird, und hält das zu schmelzende Glas in dieselbe. Manche Glasbläser haben eine unglaubliche Fertigkeit, auf diese Weise anhaltend mit dem Munde zu blasen, und selbst größere Sachen zu fertigen; im Ganzen aber ist die Methode unbequem, und für viele Apparate ungenügend, weil die, durch anhaltendes Blasen ermüdeten Muskeln des Mundes die Kraft verlieren, alsdann noch das glühend gewordene Glas gehörig aufzublasen, und die verschiedentlich gethanen Vorschläge, sich zu diesem Aufblasen einer Flasche Federharz zu bedienen, diese vorher an die Glasröhren zu binden und dann mit der Hand zu drücken, sind langweilig und ungenügend. Man hat daher neuerdings diese nützlichen Apparate meistens so eingerichtet, dass unter einem für das Auflegen der Nebenapparate und gesertigten Arbeiten geeigneten Tische sich ein doppelter Blasebalg befindet, welcher durch einen bequemen Mechanismus mit dem Fusse getreten sich mit Lust füllt, und diese mit so viel größerer Geschwindigkeit aus einem zweckmäßig angebrachten Rohre bläst, je größer das Gewicht ist, wodurch die obere Hälfte des Blasebalges zusammengedrückt wird. Die Form des Blasebalges ist entweder die gewöhnliche dreikantige, oder die vierkantige, oder am zweckmälsigsten die cylindrische, weil diese bei der kleinsten Oberffäche den größten Inhalt darbietet. Das aus dem Blasebalge ausgehende Rohr ist an der vorderen Seite durch den Tisch geführt, und vom Arbeiter abwärts gebogen, damit ihm die Flamme nicht beschwerlich wird, auch ist es meistens zum Aufstecken von verschieden weiten Röhrchen eingerichtet, je nachdem man eine größere oder kleinere Flamme verlangt. Zu diesen letzteren nimmt der geübte Glasbläser Greiser jun. in Berlin stets gläserne, denen er den Vorzug einräumt. Außer einer Lampe von geeigneter Höhe und Form befindet sich an diesen Tischen zuweilen noch die zum Spinnen der feinen Glasfäden bestimmte, und bereits beschriebene Trommel 1.

c. Der eben beschriebene Glasblasetisch ist ein so vollständiger und seinem Zwecke so durchaus entsprechender Apparat, dass ihn wohl alle diejenigen wählen werden, welche sich viel mit Glasblasen beschäftigen, insbesondere die eigentlichen Künstler in diesem Fache. Für blosse Liebhaber ist indess diese Vorrichtung etwas kostbar, und kann leicht auf 10 bis 18 Rthlr. zu stehen kommen, wenn alles gut und dauerhaft gefertigt ist, Theils des geringeren Preises wegen, theils weil es auch für andere Gasarten, als atmosphärische Luft gebraucht werden kann und endlich wohl um der unbedeutenden Mühe des Tretens während dem Blasen überhoben zu seyn, lässt sich das hydrostatische Cylindergebläse empfehlen, dessen oben (A. c.) Erwähnung geschehen ist, indem Jos. v. BAADER dasselbe zuerst mit unbedeutender Veränderung als großes Gebläse bei Schmelzöfen in Vorschlag-und Anwendung gebracht hat. Lavoisien kann wohl als der erste genannt werden 2, welcher sich eines solchen hydrostatischen Gebläses zum Blasen mit Sauerstoffgas bediente, später wandelte er dasselbe indess mit MEUSHIER in sein Gasometer um, Jos. v. BAADER dagegen gab ihm die bekanntere, jetzt gebräuchliche bequemere Form, welche nach der für physikalische Zwecke bestimmten Einrichtung vollständig durch

^{1 8.} Th. II. S. 512.

² S. unten C.

Lüdike 4 beschrieben ist. Mann kann dasselbe in beliebiger Höhe und Weite je nach den Zwecken und Bedürfnissen ausführen lassen. Nach der Durchschnittszeichnung ist ab der Fig. Tisch, worauf der Apparat steht, dvfg ist ein Cylinder 188. von Blech, welcher durch die Trichtermündung ev mit Wasser gefüllt werden kann, und zu dessen Steifung bei wx ein Band mit zwei Handhaben angebracht wird, um ihn bequemer zu heben, welches in dem Falle unnöthig ist, wenn der Apparat stets auf demselben Tische bleibt, und mit diesem bewegt wird. In der Axe dieses Cylinders ist die lothrechte Röhre on aufgerichtet, welche etwas über die horizontale Ebene des Cylinders vf emporragt, damit baim Aufheben des inneren Cylinders des Wasser nicht in dieselbe läuft. Auf dem Boden ist diese Röhre rechtwinklich gebogen, bei d tritt sie aus dem Cylinder heraus, hat bei c einen Hahn, und ist zum Aufstecken des eigentlichen Blasrohrs eingerichtet. Soll der Apparat zum Glasblasen benutzt werden, so hat er das Unbequeme, dass hiernach die Flamme dem Arbeiter entgegengeblasen wird, welchem Uebelstande aber leicht abzuhelfen ist, wenn man diese Ausgangsröhre bei c rechtwinklich umbiegt und bis zur erforderlichen Weite fortführt; denn obgleich die Geschwindigkeit der Luftströmung durch eine solche Biegung verliert, so bleibt sie doch für die gewöhnlichen Zwecke leicht stark genug. Aus diesem äußeren Cylinder endlich geht unten die Röhre mit dem Hahne h, um das Wasser abzulassen. Die Höhe dieses Cylinders ist dann hinreichend, wenn der innere Cylinder in ihm bis zur Grenze seines Randes kl herabsinken kann, voransgesetzt, dass man nur einen geringen Luftdruck verlangt, welcher einer dem aufgesetzten Rande tk gleichen Wasserhöhe proportional ist; soll dagegen der Luftdruck stärker seyn, so muß dieser Rand und zugleich der äußere Cylinder höher werden.

In diesem äußeren Cylinder ist ein im Durchmesser um 2 Lin. kleinerer umgestürzter ikl m eingesenkt, welcher als eigentlicher Luftbehälter dient, nur bis an ts reicht, und hier einen aufgesetzten Rand hat, dessen Höhe von 2 bis 12 Z. betragen kann, je nachdem man eine gezingere oder größere Compression der eingeschlossenen Luft verlangt. Inzwischen ist das angegebene Minimum noch gerade hinreichend, und das Maxi-

¹ G. I. 1.

mum giebt schon eine genügende Compression, wenn dieselbe nicht bedeutend stark seyn soll. In der Mitte auf dem oberen Deckel dieses Cylinders ist die Röhre p aufgesetzt, deren Höhe bis an den Hahn in das Niveau kl fallen, und deren Weite so seyn muss, dass das obere Ende der Röhre o bequem darin aufgenommen wird. Auf dieselbe ist eine engere messingene Röhre mit dem Hahn u befestigt, welcher geöffnet werden muls, wenn man den inneren Cylinder wieder mit Luft, dessgleichen auch dann, wenn man denselben in das Wasser herabsenken, dadurch die atmosphärische Luft aus ihm entfernen, und ihn dann mit irgend einer Gasart füllen will. Soll der Apparat bloss zum Blasen mit atmosphärischer: Luft dienen, so ist der Hahn überflüssig, und man kann wohlseiler dieses obere Ende der Röhre mit einem blossen Korke verstopfen, welchen man herauspimmt, um den Cylinder in die Höhe, zu heben und wieder mit Luft zu füllen; soll der Apparat indels zugleich für andere Gasarten benutzt werden, so ist der Hahn allerdings nothwendig. Der untere Rand des inneren Cylinders ist in die Höhe gebogen, und bildet bei im eine Rinne. Diese dient dazu, um Blei (Schrot) hineinzuschütten, so viel, als erforderlich ist, damit der innere Cylinder sich tief genug in das Sperrwasser im äußeren Cylinder herabsenkt. Ist diese Tiese etwas bedeutend, so kommt dadurch der Schwerpunct des innern Cylinders tiefer zu liegen, und er wird auch bei beträchtlicher Höhe nicht umschlagen, widrigenfalls muss der äußere Cylinder einige Streben haben, um dieses Umschlagen zu verhüten. Es scheint mir indels überflüssig, diese näher zu beschreiben, da jeder geübte Arbeiter selbst leicht ein Mittel finden wird, dieses Umschlagen zu verhüten, falls es zu befürchten wäre, welches um so leichter der Fall seyn mus, je höher der innere Cylinder im Verhältnis zu seinem Durchmesser ist, und je weniger tief derselbe in das Sperrwasser einsinkt. Aus dieser Ursache und zugleich des geringeren Preises wegen ist es vortheilhaft, den innern Cylinder von sehr dünnem Bleche verfertigen zu lassen, zur Höhe ti aber nicht mehr als den doppelten Durchmesser zu wählen. Sinkt er dann tief ein, so kommt durch das Uebergewicht des Bleies in der Rinne im, welches anfahgs empirisch gleichmäßig in der ganzen Rinne vertheilt werden muss, der Schwerpunct des ganzen Cylinders unter den der verdrängten Wassermasse, und der Cylinder wird von selbst mit vertical gerichteter Axe

schwimmen, am eigentlichen Umschlagen aber ohnehin durch den geringen Zwischenraum zwischen ihm und dem äußeren Cylinder gehindert werden.

Es ist schon oben (A. c) erwähnt, dass Jos. v. BAADER dieses hydrostatische Cylindergebläse auch im Großen für Schmelzösen in Anwendung gebracht hat. In diesem Falle ist die Einwichtung im Wesentlichen dieselbe, außer dass der Mechanismus für die zuströmende Lust ein anderer seyn muls, weil dieses Zuströmen bei ungleich schnellerer Bewegung in weit kurzerer Zeit geschehen soll. Zu diesem Ende wird neben dem Rohre on noch ein anderes, durch den Boden gehendes Rohr angebracht, durch welches die Lust beim Aussteigen des innern Cylinders in denselben tritt. Beide Röhren werden dann mit einem Klappenventile versehen, die eben genannte mit einem solchen, welches sich nach oben öffnet, und also zufällt, sobald der innere Cylinder mit Luft gefüllt, herabzugehen anfangt, die Bohre on dagegen mit einem diesem entgegengesetzten, welches sich also beim Heraufgehen des Cylinders schließt, damit die bereits herausgedrückte Luft nicht wieder in den Cylinder treten könne, beim Herabgehen des letzteren sich dagegen öffnet, um die enthaltene Luft frei ausstromen zu lassen. Dass in diesem Falle, so wie bei allen diesen großen Gebläsen, ein zweckmäßiger Mechanismus erforderlich sey, um den Cylinder zu heben, damit er durch sein eigenes und aufgelegtes Gewicht die Lust gehörig zusammenpresse und zum Ausströmen aus der Blaseröhre zwinge, ferner dass man zu einem anhaltenden Gebläse wenigstens zwei solcher Cylinder bedürfe, welche in ihzer Bewegung wechseln und den Luftstrom (Wind) in die gemeinschaftliche Düse vereinigen oder in den nämlichen Windkasten münden, versteht sich von selbst, auch kann ich rücksichtlich des Uebrigen auf dasjenige verweisen, was oben in den theoretischen Betrachtungen mitgetheilt ist.

Als eine Abanderung des beschriebenen kleineren Gebläses von Baaden ist dasjenige anzusehen, welches John Tiller zu Versuchen mit dem Löthrohre in Vorschlag gebracht hat, in welchem der Luftbehälter unbeweglich ist, das Sperrwasser aber aus einer zweiten Abtheilung des Wasserkastens vermehrt und dadurch ein stärkerer Druck desselben gegen die eingeschlossene Luft hervorgebracht wird. Das Blasen in diesen zweiten ganz abgeschlossnen Raum, dessen Wasser durch vermehrten Luft-

druck in die zweite Abtheilung getrieben werden soll, geschieht durch ein Rohr mit dem Munde oder mit einem Blasebalge 1. Eine genauere Beschreibung scheint mir indess überslüssig, da der Apparat dem BAADER'schen entschieden nachsteht.

Auch HARE hat ein hydrostatisches oder von ihm so genanntes hydropneumatisches Gebläse angegeben, welches sowohl für atmosphärische Luft als auch für Sauerstoffgas bestimmt ist, und im ersten Falle die leicht wandelbar werdenden Blasebälge, im letzteren LAVOISIER's zu kostbares Gasometer ersetzen soll. Im Wesentlichen besteht es aus einer in zwei Abtheilungen getheilten und mit Wasser gefüllten Tonne, in welche die Luft oder das Sauerstoffgas durch einen im Boden befindlichen Blasebalg gebracht und dann durch den hydrostatischen Druck des Wassers comprimirt wird 2. Im Ganzen scheint mir aber auch dieses mehr zusammengesetzt und minder brauchber als das Baader'sche, und bedarf daher hier keiner ausführlichen Beschreibung. Als eine Eigenthümlichkeit desselben kann indess erwähnt werden, dass HARE auch beide Räume der Tonne mit Luft füllte, und auf diese Weise die Flammen von zwei Lämpen zur Verstärkung der Hitze vereinigte.

C. Gebläse, bei denen die elastischen Flüssigkeiten in die Flamme übergehen, oder dieselbe erst bilden.

Diese dritte Classe von Gebläsen ist in unmittelbarer Beziehung auf die Physik und Chemie bei weitem die wichtigste, und begreift verschiedene Apparate, welche eine Hitze von der geringsten bis zur unglaublichsten geben, und früher kaum geahndete Schmelzungen zu bewirken vermögen. Die wichtigsten derselben sind folgende:

a. Das am wenigsten zweckmäßige ist das Weingeistlampengebläse, welches hauptsächlich zum Glasblasen empfohlen

¹ Aus dem Phil, Mag. and Journ. 1814. April bei Schweigg. Journ. XIV. 261.

² Aus der weitläustigen Abhandlung in Philos. Mag. Nr. LV. S. 238 u. Nr. LVI. 298 ausgezogen in Gehlen's N. Journ. I. 288. auch in G. Ann. LV. 43.

und in verschiedenen Formen ausgeführt ist 1. Im Wesentlichen besteht dasselbe aus einem Gefässe mit Weingeist, welcher über einer Lichtslamme befindlich in Dampf verwandelt wird, so dass dieser letztere aus einem engen Blaserohre ausströmend wieder in seine Flamme bläst, und den Luftstrom ersetzt. und gewiß elegante Gestalt hat Hookk² dieser Blaselampe ge-geben, weßhalb sie in England jetzt häufig angewandt wird. 180 In der Zeichnung ist F der Körper einer Lampe von antiker Form mit einer gebogenen Handhabe, welche bei E in einen Vogelkopf endet. A ist eine mit Weingeist gefüllte Kugel, welche bei a eine Schraube hat, damit man sie mit Weingeist füllen und dann wieder fest verschließen kann, bei b aber ein Sicherheitsventil, auf den Fall, dass die Elasticität der erzeugten Dämpse zu stark werden und die Kugel mit Gesahr zersprengen konnte. Aus dem oberen Theile der Kugel geht das gekrümmte Blaserohr BB., welches sich bei C in eine zum Blasen geeignete Spitze endigt. Diese bläst gegen die Flamme D, biegt sie um, und ersetzt hierdurch den Blasebalg, mit dem Unterschiede. das hier die Weingeistdämpse die Stelle der atmosphärischen Luft vertreten. Die Hitze der Flamme ist hierbei noch stark genug, um den Weingeist im Sieden zu erhalten, und die Dampfe desselben fortwährend zu erzeugen. Fürchtet man, dass sie hierzu nicht hinreichend sey, so mülste eine besondere Flamme unter der Kugel für diesen Zweck angebracht werden. Von dieser Art ist diejenige Lampe, welche Pictet in London sah und auf dem Continente bekannt machte 3. Eine länglicht gebogene Lampe A hat zwei Flammen, wovon die kleinere das Fig. mit Weingeist gefüllte Gefas B erhitzt, die zweite größere bei 190. F zum Schmelzen bestimmt ist. Das Weingeistgefäß ruhet in einem messingenen Ringe H, aus welchem es bequem herausgenommen und wieder gefüllt werden kann, der Ring aber ist vermittelst eines durch eine Feder angeklemmten verschiebbaren

¹ Aeltere Einrichtungen, z. B. die von Nollet angegebene S. dessen Kunst physikalische Versuche anzustellen III. Th. Leipz. 1771. 8. II. 1. Taf. 1. Fig. 1 bis 4. übergehe ich. Die nachfolgende Beschreibung ist aus der Encyclop. meth. Th. II. p. 371. Pl. LVI. fig. 574 genommen.

² Nicholson's Journ. 1803. Nr. 14. p. 105. Daraus in Gehlen's Journ. II. 630.

³ Voigt Mag. V. 255. Scherer's Journ. X. 349.

Trägers GE an der messingnen Stange D fest, und kann nach Bedürfnils höher und niedriger gestellt werden, indem sich noch außerdem die Stange D vermittelst der Klemmschraube J verschieden stellen läßt. Aus dem Gefälse B strömen die Weingeistdämpfe durch das gebogene Rohr C, und blasen gegen die größere Flamme der unteren Lampe.

Die erste der beschriebenen Lampen hat den Vorzug des Sicherheitsventiles und dass sie die nämliche Flamme zum Blasen und zum Erhitzen des Weingeistes gebraucht, allein theils ist die Consumtion des theurern Weingeistes im Verhältnisse zum Oele bei ihr bedeutend stark, theils ist die Hitze der Weingeistslamme nicht so stark, als die einer Oelslamme, und die unter der Kugel brennende Flamme muß bedeutend stark seyn, wenn sie durch das Blaserohr nicht völlig umgebogen, und zur Bildung der Weingeistdämpfe noch die erforderliche Stärke behalten soll. Die zweite, durch Picter empfohlene Lampe hat den Vorzug der Verschiebbarkeit des Weingeistgefäßes, um hierdurch und durch Vergrößerung oder Verkleinerung der hierza eigends bestimmten Flamme die Stärke des Dampfstromes zu reguliren. Endlich kann die zum Schmelzen bestimmte Flamme der Oel- oder Unschlittlampe bedeutend verstärkt werden, so dels man durch diese eine hinlängliche starke Hitze zu erzeugen vermag. Sie hat indels die große Unbequemlichkeit, dass das Getäls B durch den Schwalk der Lampe ungemein besudelt wird, so dass sie sich mit Reinlichkeit gar nicht handhaben läst, und ich möchte daher rathen, das Gefäs A so abzutheilen, dass die vordere Flamme durch Oel genährt würde, die hintere aber aus einer eigenen, in einen abgetheilten Raum der Lampe A eingesetzten Weingeistlampe hervorginge, um diese nach Belieben herausnehmen und mit Weingeist füllen zu können. Uebrigens hat die durch Weingeistdämpfe geblasene Flamme bei weitem die Hitze nicht, als die mit atmosphärischer Luft geblasene, indem die zugeführten Weingeistdämpfe die Hitze eher schwächen als vermehren, und die größere Intensität der Hitze, welche sie der Flamme geben, beruhet hauptsächlich auf dem Strome der atmosphärischen Luft, welchen sie mit sich fortreifsen. Verlangt man indels beim Blasen keine bedeutende Intensität der Hitze, insbesondere für kleine Versuche mit dem Lothrohre, oder zum Festlöthen kleiner Stücke, oder zum Biegen nicht sehr dicker Glasröhren, so ist das Pictet'sche Alkoholgebläse hierzu ein wohlseiler und bequemer Apparat. Ihm gleichkommend und gleichfalls in sehr kleinem Masstabe aussührbar
ist die bekannte, durch v. Manquand angegebene Blaselampe ¹. Aus die mit einem des Lustzuges wegen durchbrochemen Rande versehene Weingeistlampe A wird das konische, Fig.
gleichfalls mit etwas Weingeist gefüllte Gefäß B gesetzt, wel-191.
ches oben das eusgeschrobene und gebogene Blasrohr C hat. In
der geeigneten Höhe steht auf einem Psosten die kleine Oellampe
D, welche zum köher oder tieser Stellen mit einer Schraube
versehen ist, und erst augezündet wird, wenn man das Ausströmen des Weingeistdampses wahrnimmt.

b. Als zweites Gebläse dieser Art kann das Sauerstoffgasgebläse genannt werden. Die Leichtigkeit, womit eine Stahlfeder in Squerstoffgas verbrennt, mulste bald auf den Gedanken führen, diese Gasart als Gebläse zur Erzeugung einer Hitze von großer Intensität zu gebrauchen, und ACHARD war einer von den ersten 2, welcher dieses auf eine sehr einfache Weise in Ausübung brachte, indem er das Sauerstoffgas in eine Thierblase mit einem Blaserohre füllte, und gegen die Kohlen blies, worin er Platin schmolz, Eisen verbrannte und selbst Schmelztiegel verglasete. Seine Versuche wurden sehr allgemein bewundert und von vielen wiederholt. Lavoisien bediente sich anfangs gleichfalls einer Blase, nachher aber eines hydrostatischen Gebläses, oder seines Gasometers, womit er 1782 eine große Reihe von Versuchen anstellte 3, welche nachher durch FOURCROX u.m.a. wiederholt wurden. Seitdem sind verschiedene mehr oder minder zweckmäßige Vorschläge zur Construction solcher Maschinen gethan, z. B. von Görreins 4, insbesondere die bekannteste von Ehrmann, welche der elektrischen Lampe nachgebildet ist, und von ihm zu einer sehr weitläuftigen Reihe von Schmelzversuchen benutzt wurde 4. Viele spä-

¹ Scherer's Journ. III. 585,

² Mem. de Berlin année 1779. Samml. physikal. u. chem. Abh. I. 135.

³ Mem. de l'Acad. des Sc. de Paris Année 1782, p. 457. Fourcroy Mem. et observ. de Chemie, cet. publiés par l'Auteur. Par. 1782. 8. Dessen Chem. Beob. u. Versuche, Leipz. 1785. 8.

⁴ Acta Acad. Mogunt. 1784.

⁵ Versuche einer Schmelzkunst mit Beihülfe der Fenerluft. Strafsb. 1786. 8.

tere Versuche, durch Anblasen der Kohlen mit Sauerstoffgas eine sehr große Hitze zu erzeugen, z. B. von Lampadius u. a. kann ich als bekannt übergehen.

- MARCET'S Lampe machte durch die unglaubliche Hitze, welche durch sie erzeugt werden kann, viel Aufsehen, und sie würde wegen dieser ihrer Wirksamkeit und der Bequemlichkeit ihrer Construction ganz allgemein in die physikalischen und chemischen Geräthschaften eingeführt seyn, wenn sie nicht unmittelbar nach ihrer Erfindung darch das noch wirksamere Knallgasgebläse wieder verdrängt wäre. Beide fallen übrigens hinsichtlich des zum Grunde liegenden physikalischen Princips zusammen, indem bei jener der Wasserstoff der Weingeistslamme den brennenden Strom des Wasserstoffgases bei diesem ersetzt. MARCET'S Lampe besteht nämlich aus einer bloßen Weingeistlampe, welche durch einen Strom Sauerstoffgas angeblasen wird, wie die gemeine Lichtslamme vermittelst des Löthrohres durch einen Strom atmosphärischer Luft. Das Sauerstoffges ließ der Erfinder aus einem gemeinen Gasometer geblasen werden, und schmolz mit dieser Flamme nicht bloß Platin, und verbrannte starken Stahldraht, sondern brachte auch feine Quarznadeln zu einer Art Schmelzung 2. Der erste, von welchem eine Wiederholung dieser Versuche auf dem Continente bekannt wurde, ist Stromenen, auch bediente er sich der nämlichen Apparate als der Erfinder, mit Ausnahme dass er zweckmälsig statt eines blechenen Gasometers einen gläsernen nach der von Ehrmann angegebenen Construction anwandte. Die Angaben MARCET's fand er vollkommen bestätigt, indem ein Platindraht von 0,5 Millim. Durchmesser verbrannte, ein anderer von 1,75 Millim. schmolz, ein Stück sibirischen Meteoreisens in Fluss kam und Quarz in eine durchsichtige Glasperle verwandelt wurde; sibirischer Doppelspath und Magnesit kamen nur zu einer Art von Zusammensinterung 3. Den bis dahin für unschmelzbar gehaltenen Aluminit dagegen brachte er in vollständigen Flus. 4.
 - d. Knallgasgebläse. Ein Theil Sauerstoffgas mit zwei Theilen Wasserstoffgas, beides dem Volumen nach, mit einander

^{· 1} Schweigg. J. X. 175.

² Ann. of Phil. II. 99. Schweigg, J. XI. 45. G. LU. 282.

^{8 8}chweigg. XV. 270.

⁴ G. LIV. 106.

vereinigt geben das bekannte Knallgas, welches sehr leicht und mit einer furchtbaren Explosion verbrennt, und Wasser bildet. Kann man dasselbe aber als Flamme verbrennend erhalten, so entbindet diese eine ganz unglaubliche und bisher durchaus unerwartete Hitze. Es giebt zweierlei Arten, eine solche Flamme darzustellen, wonach diese Art des Gebläses in zwei, ihrem Wesen nach identische, der Form nach verschiedene Species zerfällt, welche einzeln beschrieben und rücksichtlich ihrer Wirkungen verglichen zu werden verdienen.

1. Hare'sches Gebläse. Seinem wesentlichen Charakter nach werden bei demselben beide Gasarten einzeln aufbewahrt, und blasen entweder einzeln auf einen glühenden Körper, oder werden erst unmittelbar von dem Ausströmen aus dem gemeinschaftlichen Blaserohre vereinigt. HARE selbst scheint beides als gleichwirksam anzusehen, inzwischen finde ich nicht, dass man die erstere Art in Anwendung gebracht habe; BORCKMANN aber versicherte mich, er habe eine solche Vereinigung beider einzelner Gasströme aus zwei großen Gasometern versucht, ohne einen bedeutenden Erfolg rücksichtlich der erzeugten Hitze wahrzunehmen, und hiermit ist es wahrscheinlich übereinstimmend, wenn gleich anfangs dieses Gebläse der Marcet'schen Lampe so sehr nachgesetzt wurde. Ueberhaupt hat man dieses Geblase neben dem Newman'schen oder Clarke'schen fast ganz vergessen, und daher die Verbesserungen seiner Construction bekannt zu machen unterlassen. HARE selbst bediente sich seines oben erwähnten hydropneumatischen Gebläses, füllte den einen Raum desselhen mit Wasserstoffgas, den andern mit Sauerstoffgas, vereinigte beide Gasströme unmittelbar vor dem gemeinschaftlichen Blaseröhrchen und entzündete den Gasstrom beim Austritte aus demselben. Um aber gegen eine Explosion gesichert zu seyn, gab er der Wasserstoffgasröhre keinen grösseren Durchmesser, als dass man gerade mit einer gewöhnlichen Stecknadel hineinkonnte, dem Sauerstoffgasröhrchen aber nur I tel dieser Weite, und regulirte noch außerdem die Strömung durch Hähne, bis er das richtige Verhältnis der Mischung erhielt 4. Dieses Hare'sche Gebläse ist sicher vielfach ausgeführt, allein ich finde nirgend angegeben, dass man die anfängliche, von dem Erfinder gewählte, eigenthümliche Construction des-

^{1 8,} a. o. a. O.

selben beibehalten habe, vermuthlich delswegen, weil sein hydropneumatisches Gebläse schon allem wegen der Blasebälge, welche die beiden Gasarten zuführen sollen, manche Unbequemlichkeiten hat, indem es namentlich nicht leicht ist, sie mit Gasarten zu füllen und diese zugleich rein und gehörig unvermischt zu erhalten, die übrigen mannigfachen Hindernisse nicht gerechnet. Dasselbe wurde daher auch wenig beachtet. und seit seiner Erfindung im Jahre 1801 machten erst 1815 die durch Silliman wiederholten Versuche 1 auf die große Schmelzkraft desselben abermals aufmerksam, jedoch wurde es der um diese Zeit bekannten Marcet'schen Lampe selbst in seinen Wirkungen nachgesetzt. Als man aber vollends das Newman'sche Gebläse mit Knallgas kennen gelernt hatte, und CLARKE die durch dasselbe bewirkten Schmelzungen in größter Zahl bekannt machte, wurde HARE's Gebläse fast ganz vergessen. Die sich beim Gebrauche des letzteren bald zeigende Gefahr führte indels den Wunsch herbei, die beiden Gasarten getrennt zu er-Fig. halten. EDWARDS schlug daher vor, den Kasten des New-192. man'schen Gebläses A durch eine Scheidewand as in zwei ungleiche Hälften b, b zu theilen, in der doppelt so großen das Wasserstoffgas und in der anderen das Sauerstoffgas zu comprimiren, aus jedem ein besonderes Rohr B, B' zu führen, jedes von diesen mit einem eigenen Hahne zu versehen, und erst am Ausgange mit einer gemeinschaftlichen Mündung D zu versehen 2. Dabei wird nicht angegeben, ob der Hahn für Wasserstoffgas eine größere Oeffnung gehabt habe, oder auf welche Weise das richtige Mengungsverhältniss beider Gasarten erreicht sey. MUNRAY wollte daher drei gleich große Gefässe mit gleich weiten Hähnen, zwei für Wasserstoffgas und eins für Sauerstoffgas nehmen; allein nach den Gesetzen der Pneumatik würde hierdurch der beabsichtigte Zweck nicht erreicht werden. die Scheidewand zwischen beiden Gasarten schadhaft werden konnte, so rieth ein anderer, beide Gefälse zu trennen; ein dritter brachte doppelte Scheidewände mit einer zwischenliegenden Lage Wasser in Vorschlag u. dergl. m.

¹ Bruce's Amer, mineralog, Journ. I. 97. daraus in Journ. de Phys. LXXX. 187, und Ann. de Chem, LX. 81.

² The Loudon med. surg. and pharm. Repository. 1816. Nov. daraus in G. Ann. LXII. 270.

G. G. Scatture vereinigte zwei selche hydrostatische Gebläse, als womit er seine schätzberen Versuche über die Ausstrümungsgeschwindigkeiten verschiedener Gasarten aus Röhren von ungleicher Länge und Weite anstellte, das eine von gedoppeltem Inhalte des andern, liefs die getrennten Gase aus beiden im einer weiteren Röhre sich mengen und aus dieser durch eine enge Blaseröhre strömen, wobei die Quantitäten jedes einzelnen Gases durch einen Hahn regulirt wurden 1. Die Construction stimmt im Wesentlichen mit derjenigen überein, welche ich sogleich näher beschreiben werde, scheint mir derselben aber an Bequemlichkeit und rücksichtlich der Größe, in welcher derselbe, aus gläsernen Gefäßen bestehend, ausführbar ist, etwas nachzustehen, weßwegen ich eine weitere Beschreibung erspare.

Dasjenige Knallgasgebläse, dessen ich mich bisher seit zehn Jahren bedient, und womit ich einige früher bekannt gemachte Versuche angestellt habe 2, besteht aus zwei verbundenen Gasometern von der Art, wie sie Fünstensengen zu seinen bekannten elektrischen Zündlampen benutzte, und ich helte diese Construction noch jetzt in demjenigen: Falle für die beste, wenn jemand die Verminderung der verbrauchten Gase oder die Menge der noch vorhandenen durch das Glas sehen will. Weil aber alle Gebläse en Wirksamkeit bedeutend zunehmen, wenn man die Flamme vergrößert, und in dieser Hinsicht mir das Knallgesgebläse noch in seiner Kindheit zu seyn scheint, eine Folge davon, dass man die Compression des Knallgases als nothwendige Bedingung zur Erzeugung einer sterken Hitze ansieht, so lasse ich jetzt zwei oben beschriebene Baader'sche Cylindergebläse mit einander verbinden, wovon das für die Aufnahme des Wasserstoffgases bestimmte 18 Z. Höhe und 12 Z. Durchmesser hat, das zur Aufnahme des Sauerstoffgases dienende aber bei gleicher Höhe nur 10 Z. Durchmesser, und wobei die Vereinigung beider Gase erst unmittelbar vor dem Blaserohre geschieht. Die Compression der Gase wird hierbei zwar nur 4 Z. Wasserhöhe betragen, allein ich glaube überzeugt zu seyn, dass dieses genügend ist. Zur bequemen Füllung hat der Sauerstoffgascylinder oben eine durch einen Guericke'schen Hahn verschließ-

¹ G. LXVI. 84.

² G. LXVIII. 66.

bare Röhre, in welche eine andere, mit einer Thierblase verbundene passt, um letztere mit Sauerstoffgas zu sillen und dieses nach Oeffnung des Hahns durch Emporhebung des inneren Cylinders in denselben zu bringen; das für Wasserstoffgas bestimmte Gefäss dagegen erhält eine ähnliche Röhre, in welche aber ein Entbindungsrohr geschroben wird, um das Gas aus der Entbindungsflasche unmittelbar hineintreten zu lassen, und bei dem stärkerem Verbrauche desselben während der Versuche zu Hierdurch wird zugleich einer möglichen Verwechslung der Gase beim Einfüllen, und der Erzeugung von Knallgas vorgebeugt. Durch aufgelegte Gewichte läßt sich der hydrostatische Druck des Wassers und somit die Compression der Gase leicht reguliren, und ist stets gleichmäßig, die Gasometer mögen mehr oder weniger mit Gas gestillt seyn, indem der unbedeutende, aus dem tieferen Einsinken des inneren Cylinders in das Sperrwasser entstehende Unterschied bei der Dünne des Bleches, woraus derselbe verfertigt ist, füglich' vernachlässigt werden kann. Die Größe der Cylinder wird es gestatten, die 'Weite des Blaserohres von 0,1 bis 1 Lin. zu vermehren. vollständigen Uebersicht der Construction genügt die verticale Fig. Durchschnittszeichnung. Bei der für das Wasserstoffgas be-193. stimmten Abtheilung ist ABCD der äußere, bis oben mit Wasser gefüllte Cylinder oder die Cisterne von Messingblech hart gelöthet, welcher auf dem hölzernen, mit vier 6 Z. hohen Füsen versehenen Brette DE ruhet; FGHI ist das unten offene und mit einem Bleistreifen aa versehene Gasometer, dessen oberer Boden PP so weit vertieft ist, als es in das Sperrwasser zur Erhaltung der erforderlichen Druckhöhe herabsinken soll. OR ist das zum Ausströmen des Gases dienende Rohr, welches auf dem Boden festsitzend, dort rechtwinklich gebogen aus dem Cylinder heraustritt, oder bei harter Löthung mündet es besser in der Mitte des Bodens, und das unter letzterem hinlaufende Luftrohr wird in dasselbe geschroben oder gesteckt. Um alles Gas zu verbrauchen, ohne dass die Druckhöhe bedeutend abnimmt, reicht das Luftrohr QR so hoch hinauf, als der obere Rand der Cisterne, und zur Aufnahme seines obersten Endes beim tiefsten Herabsinken des Gasometers dient das hohle Rohr M mit dem Guericke'schen Hahn L und einer Mutter-'schraube O zur Aufnahme des Entbindungsrohrs. Endlich ist an der hinteren Seite über dem Boden ein Hahn zum Abzapsen

des Wassers angebracht, wenn man dieses erneuern will. der Bleistreifen unten am Rande des Gasometers nicht bedeutend schwer, und sinkt diesemnach letzteres nicht hinlänglich tief ein, so würde es beim obersten Stande umschlagen, kann hiergegen aber leicht durch einige Streben an der Seitenwand der Cisterne oder auf sonstige Weise gesichert werden. Auf gleiche Weise construirt ist das für das Sauerstoffgas bestimmte Gasometer, nur etwas geringer von Durchmessen, und die gleichen kleinen Buchstaben haben die nämliche Bedeutung, als bei dem eben beschriebenen die großen; bloß die obere Oeffnung der Röhre o hat keine Schraube, sondern ist zur Aufnahme des Rohres der mit Sauerstoffgas gefüllten Thierblase konisch ausgeschmirgelt. Die Füllung des Apparates versteht sich eigentlich von selbst. Sind nämlich die Hähne, womit jedes nach außen hervorstehende Ende der Gasröhren OR und gr versehen ist. verschlossen, und die Cisternen bis RR und rr mit Wasser gefüllt, so werden die Gasometer nach geöffneten Hähnen Lund 1 hineingesenkt, bei deren Niedersinken die atmosphärische Luft von selbst aus O und o entweicht. Sind sie bis auf den Boden der Cisternen herabgesunken, so muss das Wasser bis zum Rande A C. a c gestiegen seyn, oder es wird die hierzu erforderliche Menge nachgegossen. Dann wird das Entbindungsrohr des Wasserstoffgases auf O geschraubt, und das Gasometer steigt von selbst, so wie es sich mit dem Gase füllt, in o dagegen wird das Rohr der mit Sauerstoffgas gefüllten Thierblase hineingesteckt, und das Gasometer etwas in die Höhe gehoben, so dass die Blase sich in dasselbe entleert. Zum Ueberflus will ich endlich noch bemerken, dass bloss die beiden Gasröhren außerhalb der Gasometer vor ihrer Vereinigung jedes mit einem Hahne versehen seyn müssen, das eigentliche Blasrohr darf aber keinen solchen haben, denn wenn sonst die ersteren geöffnet sind und der letztere verschlossen wird, so werden beide Gasarten in beiden Gefälsen gemengt, und es bildet sich Knallgas. Ein ähnliches Gebläse, als das hier beschriebene ist dasjenige, dessen sich G. G. SCHMIDT 1 bediente, mit dem Unterschiede, dass das Gasometer in demselben nicht beweglich ist, die gleichbleibende Compression der Gase durch zugegossenes Wasser erhalten werden

¹ Hand - und Lehrbuch der Naturlehre. S. 360.

muls, und die Füllung der Gasometer mit einiger Schwierigkeit in der pneumatischen Wanne geschieht.

Beim Gebrauche dieses Apparates scheint es mir am besten, die ansängliche allmälige Erhitzung der Substanzen zuerst durch die blosse Wasserstoffgasssamme zu bewirken, dann die Oeffmung des Hahns für Sauerstoffgas so zu reguliren, dass die Flamme die größte Intensität der Hitze erhält, welches man bei einiger Uebung ohne Schwigzigkeit erreicht. Will man indes bei gleichem Drucke Wasserstoffgas und Sauerstoffgas dem Volumen nach im Verhältnis von 2: 1 verbinden, so giebt G. G. Schmidt Eiersür die Formel

$$D':D''= \bigwedge^{4} \overline{\Delta}: \bigwedge^{4} \overline{4\delta}$$

worin D' und D' die Durchmesser der Röhren, \triangle und δ die Dichtigkeiten von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas bezeichnen. Wird hierin $\triangle = 15$; $\delta = 1$ gesetzt, so erhält man das Verhältnis der Durchmesser = 1,392:1.

Newman'sches Knallgasgebläse wurde allmälig aus dem Sauerstoffgasgebläse und der Marcet'schen Lampe gebildet. J. BROOKE wollte nämlich überhaupt den Gasstrom beim Löthen gleichmäßiger machen, und wählte hierzu das Mittel, die Lust in einem kupfernen Gefälse zu comprimiren 1. Er ließ sich daher durch NEWMAN einen hierzu bequem eingerichteten Apparat verfertigen, wo ihn Dr. CLARKE sah, und zum Blasen mit Sauerstoffgas gegen eine Weingeistlampe benutzte. Weil aber die letztere nicht Wasserstoffgas genug enthielt, so rieth ihm Newman, das Knallgas selbst als Flamme zu benutzen, und gegen die Explosion durch hinlängliche Abkühlung in einer langen und engen Glasröhre zu sichern. Mit einem auf diese Weise eingerichteten Apparate, dessen Construction im Wesentlichen nachher beibehalten ist, stellte CLARKE bald die lange Reihe merkwürdiger Versuche an, welche die Aufmerksamkeit allgemein auf dieses neue Mittel zur Erzeugung unglaublicher Hitze rich-Fig. 194 tete. Dieses erste Gebläse bestand aus einem ganz verschlossenen kuplernen Gefalse C, 4 Z. lang, 3 Z. breit und 3 Z. hoch. Auf diesem befindet sich die Compressionspumpe D, deren Stange in einer Lederbüchse luftdicht bewegt wird.

¹ Ann. of Phil. VII. 367. vom Jahre 1816.

Seite ist eine Oeffnung, durch welche die Luft in die Pumpe strömt, in welche aber auch ein Hahnstück geschroben werden kann, mit einer Blase oder sonstiger Vorrichtung, um Sauerstoffgas oder irgend eine andere Gasart, namentlich Knallgas in die Pumpe zu bringen. In das Blaserohr AB endlich, durch welches die Luft nach der Oeffnung des Hahns ausströmt, wird eine etliche Zolle lange und nur 10 Z. weite Glasröhre gesteckt, an deren Ende man das ausstromende Gas entzündet, und die zu schmelzende Körpern in die Flamme hält 1. CLARKE gebrauchte diesen Apparat lange, und stellte eine große Reihe höchst interessanter Versuche damit an 2, wobei aber das anfangs volke 4 Z. lange Glasröhrchen durch Abspringen kleiner Stückchen zuletzt bis 1 Z. verkürzt, und dann mit einem andern L. Z. weiten vertauscht wurde. Hiernach aber entzündete sich die Knalllust im Apparate, und zersprengte denselben mit furchtbarer Explosion, wobei Hahn und Pumpe fortgeschleudert, die Seiten des Kastens umgebogen wurden, und ein Stück des Kupfers mit zerstörender Gewalt gegen den Kamin am Ende des Zimmers flog. Chanke hatte zugleich bemerkt, dass die Wirksamkeit des Gebläses durch die Erweiterung des Röhrchens sehr vergrößert wurde. Man war daher auf neue Sicherungsmittel bedacht, welche dann das verbesserte Knallgasgebläse veranlaisten.

Anf den Vorschlag von Cumming wurde delswegen im Innern des kupfernen Gefälses ein Sicherungscylinder, zur Hälfte
mit Wasser gefüllt, angebracht 3, durch welches das comprimirte Gas vor dem Ausströmen aus dem Blaserohre erst aufsteigen mußte. Dieses im vergrößerten Maßstabe gezeichnete Gefäß enthält nur in E das Knellgas, unter welchem sich Wasser
Fig.
oder auch Oel befindet. Es steigt durch das Ventil F in die 196.
Höhe, welches sich im Falle einer Explosion schließt, und die
Verbreitung der Entzündung in die Gesammtmasse des Knall-

¹ Journ. of. Sc. and the Arts. N. III. p. 104. daraus in G. LV. 1. Schweigg, XVIII. 228.

^{2 8.} ebend. desgl. Ann. of Phil. VIII. 864, IX. 89. Ann. de Chim. et Phys. III. 89.

³ Dieser Vorschlag ist wiederholt durch Gunney. S. Lond. Journ. of Arts and Sc. 1823. Nov. p. 265. daraus in Dingler polyt. J. XIII. 145.

gases hindert. In der Fläche ab ist ein feines Gewebe von Platindraht ausgebreitet, wodurch nach DAVY die Fortsetzung der Entzündung gleichfalls gehindert wird, und ein anderes solches Drahtgewebe befindet sich in dem Raume A, so das hierdurch auch der Fortpflanzung der Entzündung in den Raum B begegnet wird. Inzwischen kann diese dennoch statt finden, wenn vor oder während der Explosion das Wasser zurückgedrückt wird, wie CLARKE bei einem zweiten Falle dieser Art erfuhr, ohne dals durch glücklichen Zufall auch diesesmal irgend jemand der Umstehenden beschädigt wurde. Man mußte sich also entschlieisen, sich gegen die gefährlichen Folgen solcher Explosionen durch einen Schirm zu schützen, welcher aus einer 12 F. hohen Flügelthüre von 1,5 zöll. Brettern bestand, und blos das Blaserohr durchliefs. Theils um das Gas weniger feucht zu erhalten, theils um die Sicherheit durch die größere Klebrigkeit des Oeles zu vermehren, nahm CLARKE diese letztere Flüssigkeit zum Sperren des Gases, und versichert, gegen zwanzig Explosionen , der kleinen abgesperrten Gasmenge ohne irgend eine Gefahr absichtlich veranlasst zu haben 1.

CLARKE bemerkt bald, dass die Wirkung des Gasgebläses mit der Weite der Blaseröhre ausnehmend wachse, wesswegen er sie bis 1. Z. weit anwandte. Bei einer so bedeutenden Gasconsumtion musste aber die Verdichtung in einem so kleinen Gefälse bald abnehmen, und damit die Gefahr der Explosion wachsen. Man kam daher auf das einfache Mittel, auch die Compressionspumpe durch den Sicherungsschirm zu führen, und so entstand das jetzt noch gebräuchliche, verbesserte Newman'sche Gebläse, dessen Einrichtung in allen übrigen Stücken dem vorigen völlig gleicht. In der Zeichnung ist 1 die mit Gas gefüllte Fig. Blase, 2 die Compressionspumpe, deren Kolbenstange durch den Sicherungsschirm geht und dort mit der Hand bewegt wird; 3 und 4 sind Röhren, welche das Gas in das kupferne Gefals und in die Compressionspumpe leiten. In dem eigentlichen Behälter des comprimirten Gases 5 steht der Sicherheitscylinder, welcher halb mit Oel gefüllt ist, und aus diesem geht das mit einem Hahn 6 versehene, vorn in eine nach unten herabgebogene Spitze auslaufende Blasrohr durch die Schutzwand. Zu den

¹ Gilbert aus verschiedenen Abhandlungen in englischen Zeitschriften zusammengetragen in Ann. LXII. 247.

Blasröhren nimmt CLARKE bronziste kupferne, welche er den gläsernen vorzieht. Soll der Apparat zum Versuche eingerichtet werden, so wird der Hahn 6 verschlossen, Gas durch 5 bis 6 Kolbenstölse in das Gefäls geprelst. Dann verschliefst man die übrigen Hähne und öffnet den bei 6. damit etwas Gas ausströme, und man sich durch das Gehör überzeuge, ob das Oel sich im Sicherheitscylinder befinde, weil im entgegengesetzten Falle das Entzünden des Gasstromes mit Gefahr verbunden ist. Man hött nämlich das Gas mit einem Geräusche wie beim Sieden des Wassers durch das Oel aufsteigen. Ist auf diese Weise der Apparat in Ordnung, so verschlielst man den Hehn bei 6, öffnet die übrigen, und comprimirt das Gas bis zur gehörigen Dichtigkeit. Beim Experimentiren muss dann ein Gehülfe die Compression des Gases fortsetzen, damit es stets die gleiche Dichtigkeit behalte. Zu diesem Ende muls die vorher mit dem Gas gefüllte Blase 1 sehr groß seyn, oder man nimmt statt derselben einen großen Ballon von gefirnisten Taffent. Endlich muss das Rohr ofters gereinigt werden, weil sich leicht etwas mechanisch fortgerissenes Oel hineinsetzt 1.

Diese angegebene Construction des Apparates hat man im Allgemeinen beibehalten. So sehr indels auch durch die beiden Drahtgitter und das Oel jeder Gefahr einer Explosion vorgebeugt ist, so kann es doch als möglich gedacht werden, dass beim Gebranche beide Drahtgitter zerreilsen, dass das Oel in den größeren Behalter gedrängt werde, oder eine eben durch dasselbe aufsteigende Gasblase die Entzündung in das Hauptgefäls und von hieraus selbst bis in den Ballon fortpflanze. Man hat daher noch weitere Sicherungsmalsregeln ausgesonnen. Dahin gehört, dals NEWMAN die hintere Platte des Kastens dünner macht und minder fest anlöthet, so dass diese allein herausgesprengt werden würde, und man überall gesichert wäre, wenn man sich nur nicht hinter dem Kasten befände. Hiermit verband CLARKE noch weiter die Vorsicht, dass er den ganzen Apparat zum Fenster hinaus richtete, so dass die Explosion nach Außen gehen musste, während der Operirende durch die große Thüre zwischen ihm und dem Gebläsekasten gegen jede Gefahr gesichert

¹ Journ. of Sciences and the Arts, Nr. IV. p. 397. Gilbert a. a. O. Pfaff in Schweigg. J. XXII. 391. Ann. of Phil. X. 133.

war 1, ein Vorschlag, dessen Unbequemlichkeit sich auf den ersten Blick kund giebt. Spilsburt empfiehlt ein Gitter von Messingblechen, zwischen denen das Gas durchströmen, und sich nachher in einen größeren Gasstrom aus weiteren Röhren vereinigen soll, wobei jenes Gitter aus Messingblechen noch obendrein auf beiden Seiten mit einem Drahtgewebe zu versehen sey; allein Prage 2 findet nach seinen Versuchen auch dieses Sicherungsmittel für Knallgas anzureichend, und giebt außerdem der Füllung des Sicherheitscylinders mit Wasser den Vorzug vor der durch Oel, weil letzteres wegen seiner Dickslüssigkeit beim Durchgange der vielen kleinen Blesen stark schäumt, und dadurch in das Blaserohr gespritzt wird, da auf der andern Seite das Gas dutch jenes Spetrwasser nicht füglich feuchter werden könne, als die Bestandtheile desselben ihrer Bereitungsart nach schon sind. Man konnte hinzusetzen, dass ein solcher Schaum, wenn allmälig das Oel noch dickflüssiger geworden ist als anfangs, die bezweckte Sicherung wieder aufhebt. WALLASTON gab den Rath, den Gasstrom durch ein ganzes Bündel vereinter Haarröhrchen von dem kleinsten Durchmesser gehen zu lassen, und dann in ein Rohr von größerem Durchmesser zu vereinigen, wonach also eine mögliche Explosion nicht einmal in den Sicherungscylinder dringen konne, ein gewiss sehr beifallswürdiger Vorschlag, wenn man anders von der Feinheit und Unverletztheit eines solchen Bündels versichert ist. Ein gewisser J. F. Beale wollte eine Bleiplatte in dem Boden des Knallgasgeblases luftdicht befestigen, und diese über eine mit Sand gefüllte Oeffnung im Tische stellen, damit eine mögliche Explosion unschädlich würde; zugleich schlug er statt des Wollaston'schen Haarröhrchenbündels ein Stück spanischen Rohrs vor, welches allerdings ein poroses Gestige hat, für diesen Zweck aber gewiß zu dicht und nicht genug abkühlend ist. GRAY hielt zwei feine Drahtgewebe, welche aber in der Röhre angebracht werden mülsten, um vor jedem Versuche erst von ihrem Unbeschädigtseyn sich zu überzeugen, für vollkommen sichernd. Eine blosse Thierblase mit Gas zu füllen und dieses aus einer mit einem Hahn versehenen Röhre zu treiben, ist gewiß oft ohne besondere Erwähnung in Anwendung gebracht. Achand bediente sich

¹ Ann. of Phil. IX. 90, X. 375.

² Schweigg, J. XXII, 412.

dieses infachen Apparates zueret zum Blasen mit Sanerstoffgas 1, und so sching auch Boots vor, eine solche auf ein Brett zu legen, sie mit einem andern, vermittelst zweier durchgesteckter Stangen horizontal gehaltenem Brette zu bedecken, und durch aufgelegte Gewichte einen stets constanten Druck zu erzeugen. In Beziehung auf diesen letzteren hat der Apparat viel für sich, und gewährt schon aus dieser Ursache große Sicherheit, noch mehr aber, wenn das Rohr erst mit einem Cumming'schen Sicherheitscylinder und dann noch mit einem Wollaston'schen Bündel von Haarröhrchen versehen wird, aber auch ohne dieses ist eine Explosion bei ihm weit weniger gefahrvoll, als bei einem Newman'schen Kasten, und da man Blasen von so bedeutender Grosse haben kann, so ist die ganze Idee für alle diejenigen zu empfehlen, welche keine große Kosten aufwenden konnen. Ganz neuerdings ist diese Idee, eine blosse Thierblase zum Knallgasgebläse zu gebrauchen, wieder durch Ottley empfohlen 2, welcher zur Sicherung zwischen der Blase selbst und der Blaserohre eine messingene, mit Eisenseilicht gesüllte Rohre empfiehlt. Mir scheint dieses Mittel keine vollständige Sicherheit zu gewähren.

Ein ganz entgegengesetztes Princip, als die mitgetheilten, eine möglichste Sicherung gegen jede Explosion bezweckenden. befolgte THOMAS OSBREY, indem er das Gefüss so stark machte. dals die Explosion dasselbe nicht zu zertrümmern vermöchte. Es hatte von Aussen die gefällige Gestalt eines Cylinders, an Fig. welchem das Blaserohr mit seinem Hahne und die Compressions-197. pumpe mit der Gasblase für sich kenntlich sind. Eine Durch-Big schnittszeichnung zeigt, dass dasselbe aus zwei, in einander 198. eingeschlossenen Cylindern zusammengesetzt war. Der eigentliche Gasbehälter AA bestand aus & Z. dickem Kupfer, mit eingeschraubter und weich gelötheter Bodenplatte, den Deckel mit 10 Schrauben bloß aufgeschraubt. Das äußere Gehäuse BB war ans nahe 1,5 Z. dickem zusammengeschweißten und abgedreheten Schmiedeeisen versertigt, die obere und untere Platte iede mit 12 starken Schrauben CC befestigt. Sind beide Gefälse in einander gesetzt, so wird der Zwischenraum mit Zinn ausgegossen. Das eingeschraubte Hahnstück E hat oben einen Vor-

¹ Encyclop, meth Part. Phys. II. 573.

² Mechanic's Magz. Nr. 157.

IV. Bd.

sprung, welcher zu größerer Sicherheit durch den Deckel niedergehalten wird. Um den Apparat vorher zu probiren, war statt des Blaserohrs ein messingnes Rohr mit eingekitteter Glasrohre und einem darin befindlichen Drahte F eingeschroben, durch welchen die 13 mal verdichteten 800 Cub. Z. Knallgas vermittelst eines elektrischen Funkens aus hinlänglicher Entfernung entzündet wurden. Zweimal hielt dieser Apparat die Explosion aus, und bewährte somit die Sicherheit seiner Anwendung. Um aber das Gas nicht unnütz zu verschwenden, brachte er im Blaserohre ein Bündel der feinsten gläsernen Haarröhrchen an, welche aus gemeinen Glasröhren mit der Lampe leicht geblasen werden und die messingenen völlig ersetzen 1. Ob solche Apparate in größerer Zahl verfertigt und gebraucht sind (wie bei ihrer Kostbarkeit kaum zu vermuthen ist), und ob sie sich durchaus als sicher bewährt haben, ist mir nicht bekannt ge-Inzwischen lassen sie sich auf keinen Fall empfehlen; denn entweder sind sie ohne fortgesetzte Comprimirung des Gases durch eine stets bewegte Compressionspumpe, und in diesem Falle würde der Gasstrom fortdauernd abnehmen, oder sie sind mit einer solchen Compressionspumpe verbunden, und dann ist keine vollständige Sicherheit vorhanden, dass nicht bei schadhaft gewordenen Ventilen der letzteren die Explosion aus dem Innern sich bis in die gesammte Gasmenge der Blase fortpflanzen könne. Ferner hat WILKINSON als Sicherungsmittel vorgeschlagen, außer den feinen Drahtgittern, welche durch einen Zufall leicht zerrissen werden können, vor dem Eingange zur Blaseröhre eine oder einige Lager geklopften Asbest anzubringen und zwischen die Drahtgitter zu legen, damit nirgend ein freier Zusammenhang des Gases existire 2, und so mag es immerhin der Vorschläge, diese Newman'schen Gebläse mit verdichtetem Knallgase gegen eine jeden Augenblick drohende gefährliche Explosion zu sichern, noch viele geben, welche mir vielleicht nicht einmal sämmtlich bekannt geworden sind, und kaum verdienen, weiter beachtet zu werden.

Eine bisher von mir noch nicht bezührte Frage betrifft das eigenthümliche Mengungsverhältnis des Gases, welches man zu der

¹ G. LXII. 270. ff.

Aus Repertory of Patent. Inventions in Dingler's polyt. Journ. XX. 17.

Füllung dieser Gasgebläse am vortheilhaftesten zu wählen habe. Anfangs nahm man Wasserstoffgas und Sauerstoffgas in demjenigen Verhältnisse gemengt, welche zur Erzeugung des Wassers durch Verbrennung derselben erfordert wird, nämlich dem Volumen nach zwei Theile von jenem zu einem Theile von diesem.' Sehr bald nach der Erfindung dieses Gebläses versuchte man auch andere Verbindungen, kam indels meistens zu jener ersteren wieder zurück, und man muss daher annehmen, dass diese die beste sey, oder die Frage muss als noch nicht völlig entschieden angesehen werden. DAYY wollte früher bei seinen Untersuchungen über die Flamme gefunden haben, dass jene Mengung mit einem kleinen Ueberschusse von Wasserstoffgas die stärkste Hitze gebe; CLARKE versicherte dagegen, die Hitze der Flamme nehme in dem Verhältnisse ab, als ein Ueberschuss von Wasserstoffgas sie minder explosiv mache, welswegen er sich nur zu Reductionsversuchen eines Gemenges aus 3 Mass Wasserstoffgas auf 1 Mass Sauerstoffgas bediene. Später wollte er indels die Hitze eines Gemenges aus 7 Mals Wasserstoffgas zu 3 Mals Sauerstoffgas oder aus 9 von jenem zu 4 von diesem stärker gefunden haben. Mengungen aus Sauerstoffgas mit Kohlenwasserstoffgas, sowohl leichtem als ölbildendem fand er selbst und Comming sehr unwirksam 1. Praff dagegen setzt nach seinen Versuchen die Wirkungen eines Gemenges aus 1 Th. Steinkohlengas und 2 Th. Sauerstoffgas denen des gemeinen Knallgas mindestens gleich, und behauptet, dass ein Gemenge aus 2,5 Th. Sauerstoffgas mit 1 Th. ölerzeugendem Gas jenes entschieden übertresse 2. dem von mir gebrauchten Apparate konnte dasjenige Mengungsverhältnise der Gase, welches die größte Hitze giebt, nicht füglich bestimmt werden, indess habe ich Grund zu vermuthen. dals dasjenige am kräftigsten wirkt, welches zur Bildung des Wassers gehört, weil eine größere Quantität von Wasserstoffgas das Gebläse mehr dem blossen Wasserstoffgasgebläse, und von Sauerstoffgas mehr dem blossen Sauerstoffgasgebläse nähert, welche beide schwächer sind. Davon bin ich aber mit Zuversicht überzengt, dass die Hitze um so viel stärker ist, je reiner die Gase sind, welche man anwendet, und habe dieses auch allezeit durch die Erfahrung bestätigt gefunden.

^{. 1} G. LXII. 264. Aus Thoms. Ann. of Phil. IX. u. X.

² Schweigg, Journ. XXII. 417.

Werden die beiden in ihren verschiedenen Constructionen ausführlich beschriebenen Apparate mit einander verglichen, so kann es keinen Augerblick zweifelhaft seyn, dass dem Hare'schen der entschiedenste Vorzug gebührt, es sey denn, dass es einen gleichen Hitzegrad als das Newman'sche zu geben nicht vermöchte, welcher Umstand dann freilich als seine übrigen Vortheile mehr als vollständig wieder ansheben und die Einsührung des letzteren in die physikalischen Apparate nothwendig machen Die Vorzüge von jenem sind zuerst die vollkommene Sicherheit beim Operiren, da es nothwendig ein peinliches Gefühl erregen muls, in jedem Augenblicke einer furchtbaren Explosion der gesammten sowohl im Gefasse als auch in der Pumpe und selbst in der Blase enthaltenen Gasmenge entgegenzusehen, gegen welche zwar der Schirm mögliche Sicherheit gewährt, deren Folgen sich aber nicht völlig genau voraussehen lassen. zweiter Vorzug liegt in der ungleich größeren Gasmenge, welche bei diesem Gebläse in Anwendung gebracht werden kann. Newman'schen Gebläse sind nicht leicht mehr als 0,4 bis 0,5 Cub. F. Gas von der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft enthalten. statt dass das hydrostatische Cylindergebläse 3 bis 6 F. enthalten kann, und noch mehr als dieses, wenn man das allerdings große Gewicht des Sperrwassers nicht scheuet, und außerdem lässt sich bei diesem die abnehmende Gasmenge noch leichter wieder ersetzen, als bei jenem durch die stets bewegte Compressionspumpe geschehen kann. Ein dritter, vorzüglich in Anschlag zu bringender, großer Vorzug des Hare'schen Gebläses besteht darin, dass man von dem ungleich leichter zu bereitenden Wasserstoffgase eine bei weitem größere Menge verbraucht, als das doppelte Volumen, und einestheils die geringere Hitze der blossen Wasserstoffgasslamme anwenden kann, um die zu schmelzenden Körper erst allmälig zu erhitzen, damit sie durch die grelle Hitze des Knallgasgebläses nicht sofort zerspringen, anderntheils aber die Quantität der einen oder der andern Gasart in den verschiedensten Verhältnissen vermehren kann, demit die Flamme auf die zu schmelzenden Körper mehr oxydirend oder desoxydirend einwirke. Viertens endlich hat das Hare'sche Gebläse einen Vorzug in dem minder starken Strome der Flamme, welcher daher die auf Kohlen oder Kreidestücken liegenden zu schmelzenden Körper ungleich weniger leicht fortbläst. Es ist nämlich eine höchst unangenehme Störung, wenn man stets

durch das Fortgeschleudertwerden der zu schmelzenden Körperchen im Versuche unterbrochen wird, und diesen dann jederzeit aufs Neue anfangen muß. Gegen diesen letzteren Vorzug ließe sich zwar einwenden, daß der heftige Strom des stark comprimirten Gases eben ein Hauptbedingniß zur Erzeugung einer so ausgezeichneten Hitze sey, welche daher nur durch das Newman'sche Gebläse erhalten werden könne. Dieser Hauptpunct der ganzen Untersuchung möge hier, so weit er zur Theorie des Gasgebläses gehört, vorläufig unerledigt bleiben, obgleich er unmittelbar mit der wichtigsten Frage zusammenfällt, nämlich welches von beiden Gebläsen den höchsten Hitzegrad zu geben vermöge. Weil aber hierüber aus theoretischen Gründen schwer zu entscheiden ist, so kann allein die Erfahrung befragt werden.

Wenn wir dasjenige aufsuchen, was bisher über die Wirkungen beider Arten von Gebläsen bekannt geworden ist, so hat das Newman'sche nicht blos ungleich mehr Zeugnisse für sich, sondern das Hare'sche ist sowohl diesem als sogar auch der Marcet'schen Lampe von vielen bestimmt nachgesetzt. 'Ein Hauptstimmführer in dieser Sache ist Dr. CLARKE, welcher von Anfang an dieses neue Gebläse so anhaltend und viel gebrauchte, dass man dasselbe zuweilen nach seinem Namen zu benennen pflegt. Alle die verschiedenen Körper hier aufzuzählen, welche er vermittelst desselben geschmolzen, verslüchtigt oder reducirt hat, würde überslüssig seyn, vielmehr genügt es im Allgemeinen zu bemerken, dass es jetzt keinen Körper mehr giebt, welcher diesem Gebläse unverändert zu widerstehen vermöchte. Eine dieser langen Reihen von Versuchen 1 an die Seite zu stellende mit dem Hare'schen Gebläse, worauf eine genaue Vergleichung gegründet werden konnte, finde ich nirgend. Eine kleine Zahl von Versuchen stellte G. G. SCHMIDT mit seinem oben erwähnten Gebläse an. Die Druckhöhe des Wassers war dabei 36 Z., die Weite der gläsernen Blasröhre 0,04 Z. bei einer Länge von 10.5 Z.; die Länge der Knallgasflamme betrug etwa 1 Z. und zeigte in 3 L. Entfernung von der Röhrenmundung die stärkste Hitze. Das Schmelzen und partielle Verbrennen von dünnem

¹ Man findet sie in Ann. of Phil. VII. bis X. im Journal of the Royal Inst. Nr. IV ff. G. LV. 1 ff. LXII. 339, Schweigg. XXII-426.

Platindraht, das Schmelzen von schwefelsaurem Baryt und wahrscheinlich die Bildung von Baryum mit Eisen verbunden aus dem salpetersauren Baryt, wie auch eine Verbindung von Silicium mit Eisen wurden ohne Schwierigkeit bewerkstelligt; dagegen konnte das Gold nicht zum Verdampfen und an der Luft zerfallener Kalk nicht zum Schmelzen gebracht werden, weßwegen Schmidt selbst die Wirkungen dieses Gebläses denen des Newman'schen nachsetzt 1.

CLARKE giebt ein Mittel an, durch welches sich eine Vergleichung beider Geblase erhalten lässt; er verlangt nämlich zum guten Gelingen seiner angegebenen Versuche, dass das Gebläse Platindraht von 0,1 Z. Durchmesser leicht zu schmelzen und unter Funkensprühen im Fluss zu erhalten vermöge 2. Draht von dieser Dicke stand mir nicht zu Gebote, allein ich habe sehr oft Enden und kleinere Kugeln in Vertiefungen von Kohlen oder Kreide zu größeren Kugeln von 1,5 Par. Lin. Durchmesser zusammengeschmolzen, diese dann später wieder in Fluss gebracht, und unter starkem Funkensprühen eine geraume Zeit fließend erhalten. Das Verbrennen des besten englischen Graphits aus Bleistiften (quadratischer Säulen von 0,6 Lin. Seite) mit Erzeugung sehr kleiner dunkel grünlich brauner glasartiger Kügelchen, das Schmelzen reiner Quarz - oder Bergkrystalle zu den hellsten Glasperlen von 1 Lin. Durchmesser, so wie das Zusammenschmelzen zweier Enden thönerner Pfeifenstiele von der größten gewöhnlich vorkommenden Dicke erfolgt jederzeit leicht und bald. Nur wenigemale ist es mir indels gelungen, isländischen Doppelspath oder weil dieser so leicht zersplittert und durch den Luftstrom weggeblasen wird, feine Spitzen sehr reiner Kreide zu einer porzellanartigen Masse zu schmelzen. Das weiteste, hierbei von mir gebrauchte, konische messingene Blaserohr hiek nicht mehr als 1 Par. Z. im Durchmesser, und da die Druckhöhe höchstens 12 Par. Z. Wasser betrug, so kann ich mit Sicherheit annehmen, dass die durch CLARKE in gleichen Zeiten verbrauchte Gasmenge leicht das Fünffache derjenigen betrug, welche von mir angewandt wurde. Wirklich war auch die Flamme selten einen Par. Z. lang, meistens dunkelblau und am

¹ G. LXVI. 84.

² Schweigg. Journ. XXII. 419.

Tage kaum sichtbar 1. Diese Versuche sind zwar nicht genügendezur Entscheidung der Frage, ob das Hare'sche Gebläse dem Newman'schen in seinen Wirkungen völlig gleichkomme, allein sie machen dieses wenigstens in einem sehr hohen Grade wahrscheinlich; denn in der That wüßste ich doch nicht, welches der durch CLARES angegebenen Resultate die so eben erwähnten überträse, insbesondere wenn man berücksichtigt, dass ein größerer Gasstrom auch eine stärkere Hitze erzeugen muß. Indem aber das Newman'sche Gebläse auf keine Weise gleiche Sicherheit gewährt als das Hare'sche, aus diesem Grunde aber nachiedem übereinstimmenden Urtheile fast aller Physiker 2 des Experimentiren mit jenem unangenehm, wegen der fortdauernden Bewegung der Pumpe und der hohen Temperatur, welche sie dadurch annimmt, beschwerlich und mit steigender Gefahr verbunden ist, endlich aber durch des Hare'sche Gebläse nach der zweiten ohen angegebenen Construction der Gasstrom außerordentlich vergrößert und die Hitze eben dadurch bedeutend gesteigert worden kann, so leidet es wohl keinen Zweifel, dass dieles leztere als ein vorziiglicher und wichtiger Apparat in die physikalischen und chemischen Cabinette aufgenommen zu werden verdient. CLARKE, CUMMING u. a. haben das Knallgasgeblase vorzüglich auch den Mineralogen empsohlen, andere legen weniger Werth auf dasselbe, weil es alle Korper in Fluss bringt, verslüchtigt, zersetzt u. s. w. und insofern also dem auf gewisse Grenzen beschränkten Löthrohre nachsteht. Ohngeachtet ich zicht im Stande bin, hierüber zu entscheiden, so glaube ich doch mehr der letzteren Meinung beitreten zu müssen.

Um den Schein zu vermeiden, als sey eine wichtige Thatsache unbeachtet geblieben, füge ich zum Schlusse noch die
Beobachtung von SKIDMORE hinzu, wonach die Flamme des
Knallgasgebläses sogar unter Wasser brennen soll 3. Genau genommen hat diese Behauptung so, wie sie hier aufgestellt ist,
keinen Sinn. Das Brennen von Körpern unter Wasser, so lange
sie mit diesem nicht in unmittelbarer Berührung sind, ist ein

¹ Vergl. G. LXVIII. 66:

² Gilbert in seinen Annalen LXII. 275. Schmidt a. a. O. und andere Imben sich bestimmt hierüher ausgesprochen.

³ Silliman Amer. Journ. V. 347. Daraus in Schweigg, J. N. F. 1X. 359. u. in mehreren audern Zeitschriften.

weder unmögliches noch schwer zu begreifendes Phänomen, leidet jedoch keine Anwendung auf das Knallgasgebläse. Sollte die Flamme von diesem unter Wasser brennen, so müsste sie selbst durch Wasser dringend einen unter demselben befindlichen und von ihm umgebenen Körper in Glühhitze versetzen, mithin müßste der Theil des Wassers, durch welchen sie dringt, glühend, und der den Körper einschließende entweder von ihm durch einen gewissen Raum getrennt oder mit einem glühenden in Berührung seyn. Sowohl jenes erstere als auch dieses letztere ist unmöglich, und die ganze Sache kommt auf folgende, von mir mehrmals beobachtete Thatsache zurück. Wenn man irgend einen Körper, namentlich ein Stückchen Holz oder eine Kohle, im starken Strome des brennenden Knallgases zum Glühen gebracht hat, und dann bei fortdauernder Strömung des Gases unter Wasser taucht, so treibt die mechanische Gewalt des Gasstromes das andringende Wasser aus der Stelle und bildet sich gleichsam einen Canal; das an den Körper dringende Wasser aber wird durch das Glühen von jenem zum Theil in Dampf verwandelt, und dieser leztere stölst das Wasser fortdauernd so zurück, dass es mit ihm in keine unmittelbare Berührung kommen kann, wodurch ein fortdauerndes Glühen möglich wird. Das ganze Phänomen beweiset also bloss die unglaublich starke Hitze, welche durch dieses Gebläse erzeugt wird, jedoch ungleich weniger, als andere Erscheinungen das Nämliche darthun.

Die Theorie der Wirksamkeit der Gebläse überhaupt, so wie des Knallgasgebläses insbesondere fällt mit der allgemeinen Untersuchung der durch das Verbrennen der brennbaren Substanzen erzeugten Hitze zusammen 1, und kann daher hier nicht vollständig untersucht werden; es mag daher genügen nur dasjenige historisch zu erwähnen, was in Beziehung auf das so großes Aufsehen erregende Knallgasgebläse zur Erklärung seiner außerordentlichen Wirkungen bisher beigebracht ist. Mir sind indels nur zwei Theorieen bekannt, welche man in dieser Beziehung bereits aufgestellt hat. Soherer nämlich findet die Ursache dieser ausgezeichneten Wirkungen in der großen Wärmecapacität des Sauerstoffgases, welche durch die noch weit größere des Wasserstoffgases bedeutend vermehrt werde 2. Wie unzulässig

^{1 8.} Verbrennen.

² All. Nord. Ann. III. 848.

diese Erklärung sey, lässt sich bald zeigen, indem nach ihr vielmehr folgen müste, dass durch dieses Gebläse ein das Quecksilber zum Gestieren bringender Grad der Kälte erzeugt werden müste. Ist nämlich die spec. Wärme des Wassers = 1, des Wasserstoffgases = 3, 2936 und des Sauerstoffgases = 0,2361, so geben die zu 100 Th. Wasser erforderlichen 12 Theile Wasserstoffgas 12×3,2936 = 39°,5 und die 88 Theile Sauerstoffgas 88 × 0,2361 = 20°,7 im ganzen also 39°,5 + 20°,7 = 60° Wärme sür 100 Theile des erzeugtan Wassers, und da sie sür 1 Th. 1°, also sür 100 Th. 100° C. geben müsten, so würde eine Kälte von — 40° C. entstehen, wenn der Versuch bei 0° Cangest ellt würde 1.

Gleich bei der Bekanntwerdung des Knallgebläses in Deutschland theilte auch GILBERT eine Theorie seiner Wirksamkeit mit, welche von den meisten deutschen Physikern angenommen zu seyn scheint 2. Zwei Ursachen stellt er auf, aus denen die große Hitze des Gebläses abgeleitet werden kann, nämlich zuerst die große Wärmecapacität des Wasserstoffgases und zweitens die Menge des Gases, welche vermöge der Compression zugleich in Thätigkeit kommt. In derjenigen Darstellung, welche Gilbent der Sache giebt, lassen sich beide Argumente rechtfertigen, ohne dass sie jedoch den eigentlichen Grund der erzeugten großen Hitze nachweisen. Es wird nämlich zuvörderst erst ohne weiteren Beweis angenommen, dass beim gewöhnlichen Verbrennen alle erzeugte Wärme aus dem verzehrten Sauerstoffgase ausgeschieden werde, wenn nicht das durch Verbrennung entstandene Product eine geringere Wärmecapacität habe, als die gesäuerte Substanz, in welchem (seltenen) Falle auch der Ueberschuss der dem verbrannten Körper früher eigenthümlichen specifischen Wärme über seine nachherige zum Vorschein kommen müsse. Indem also zu dieser Wärme des verzehrten Sauerstoffgases noch die ungleich größere des zugleich verzehrten Wasserstoffgases hinzukomme, so lasse sich hierans leicht die bedeutend großere Hitze des Knallgasgebläses als des Sauerstoffgasgebläses erklären. Bis soweit lässt sich allerdings gegen diese Theorie nichts einwenden, insofern sie sich auf eine blosse Vergleichung des ersteren mit dem letzteren dieser beiden Gebläse bezieht, und die Wirkungen von jenem als bereits er-

¹ Vergl. Scholz Anfangsgründe der Physik u. s. w. Wien 1827. S. 510.

² In seinen Annalen d. Phys. LV. 40,

klärt voraussetzt. Wenn es dann aber weiter heist: "Soll die volle Wirksamkeit entstehen, so müssen die beiden aus dem Gasbehälter blasenden Gasarten sich im Brennen ganz zerstören, so dass ein Körper, den man an die Spitze des entzündeten Gasstrom's hält, bloss von freier Wärme in höchster Intensität, und von eben so heilsem Wasserdampf ergriffen wird. die Veränderungen, welche hier vorgehen, richtig beurtheilen will, darf nicht vergessen, dass man glühenden Wasserdampf auf die Körper bläfst;" so musste eben dieser letztere Zusatz auf das Schwankende und sich selbst Widersprechende der ganzen Bestimmung führen, indem es die Frage veranlasste, wodurch denn der Wasserdampf die Glühhitze erhalte? Abgesehen aber davon, dass nach der oben mitgetheilten Berechnung zur Bildung von Wasser eine größere Menge Wärme erforderlich ist, als die beiden Gasarten enthalten, verhält sich zwar die spec. Wärme des Wasserdampfes zu der des Wassers wie 0,8470 zu 1, ist also geringer, jedoch nicht um so viel, als die der beiden Gasarten mit der des Wassers verglichen; allein zur Bildung des Wasserdampfes ist eine sehr große Menge von Wärme erforderlich, nämlich 640°C., wenn diese seine Bildung aus Wasser von 0°C. geschieht 1, und woher wird diese genommen? Es ergiebt sich auf allen Fall, dass man so leicht nicht zur Enträthselung dieser shhwierigen Aufgabe gelangt. Gilbent entnimmt sein zweites Argument aus der bedeutend größeren Menge von Gas, welche wegen der durch stärkere Compression bewirkten schnelleren Ausströmung gleichzeitig in Conflict kommt, gleichfalls blos in Vergleichung mit dem Sauerstoffgasgebläse-Wäre dieses Argument gültig, so würde folgen, dass man (unabgesehen auf den zuerst angegebenen Grund) mit dem Sauerstoffgasgebläse gleiche Wirkungen erzeugen könne, als mit dem Knallgasgebläse, wenn man durch Erweiterung des Bleserohres oder durch starke Compression bei ersterem eine gleiche Quantität Sauerstoffgas ausströmen machte, als die Menge des Knallgases beträgt, welche NEWMAN's Gebläse durch stärkeren Druck liefert, eine der Erfahrung widerstreitende Folgerung, indem es wohl als ausgemacht anzunehmen ist, dass bei gleicher Gasmenge das letztere hinsichtlich der Wirkungen stets den Vorrang

¹ Vergl. Dampf. Th. II. S. 287, ff.

behaupten wird. Dieses letztere Argument muß also bei der Erklärung gänzlich weggelassen werden.

Leicht könnte eine Bemerkung von H. DAVY, als eine Erklärung der großen Schmelzkraft des Knaligasgebläses angesehen werden, die es aber nicht ist. Er sagt nämlich 1, die Hitze der Flammen lasse sich dadurch vermindern, dass man ihr Licht verstärke, und umgekehrt. Als Beispiel zur Bestätigung dient ihm die so wenig leuchtende Flamme des Knallgasgebläses. Alleim theils ist dieses keine eigentliche Erklärung des rationellen Grundes, warum die Flamme des Knallgasgebläses so große Hitze erregt, theils ist die Behauptung keineswegs in ganzer Strenge richtig. Die Flamme des reinen Weingeistes ist nämlich keineswegs sehr helle, und giebt dennoch nur eine geringe. Hitze, wenn man aber das aus gewöhnlichem Holze durch trockne Destillation erhaltene Gas auch nur mit bloßem Wasser wiederhols reinigt, so giebt dieses eine dunkelblaue, am Tage kaum oder gar nicht sichtbare und überhaupt sehr wenig leuchtende, zugleich aber wenig erhitzende Flamme, und doch müßte diese nach dem aufgestellten Satze selbst die Knallgasslamme an Schmelzkraft übertreffen.

Es ist schon oben bemerkt, dass die Theorie der durch Verbrennung erzeugten Wärme im ganzen Umfange hier nicht untersucht werden kann, und die Erklätung eines einzelnen Phänomens ist ohne Nachweisung ihres Zusammenhanges mit dem Ganzen nicht eigentlich möglich. Inzwischen kann ich die vorliegende Erscheinung, auf welche später wieder Rücksicht genommen werden muls, nicht wohl auf demjenigen Standpuncte lassen, auf welchen sie durch die angegebenen beiden Erklärungen und meine Kritik derselben gestellt ist, um so mehr. als hiernach auf den ersten Blick eine physische Unmöglichkeit vorhanden zu seyn scheint, dass durch das Gasgebläse überall Hitze erzengt werde. Allein die Sache verhält sich anders. Bei der angeführten Berechnung ist nämlich diejenige Wärme genommen, welche gleiche Massen Sauerstoffgas, Wasserstoffgas. Wasserdampf und Wasser um gleiche Thermometergrade zu erwärmen erfordert wird, und aus diesem Gesichtspuncte betrachtet ist die specifische Wärme des Wassers allerdings größer als die seiner gasförmigen Bestandtheile, so daß

¹ G. LVI. 148.

also eine größere Wärme erfordert werden würde, um eine gleiche Menge Wasser um gleiche Temperaturgrade zu erhöhen, als die dasselbe bildenden Gasarten, oder die aus demselben erzeugten Dämpse. Wollte man aber Wasser von einer gegebenen Temperatur in zwei gleiche Hälften theilen, die eine Hälfte desselben tropfbar flüssig lassen, die andere aber in Dampf verwandeln und dann beide um gleiche Grade der Temperatur erhöhen, so würde zwar von da an die in Dampf verwandelte Hälfte weniger Wärme erfordern, als die noch tropfbar stüssige, die erstere würde aber, wenn der Versuch bei 0°C. angestellt wäre, erst 640°C. bedurft haben, um in Dampf verwandelt zu werden 1. Hiervon lässt sich der Analogie nach leicht ein Schluss auf die das Wasser bildenden Gasarten machen. Wenn gleich ihre specifische Wärmecapacität geringer ist als die des Wassers, so muss doch wohl berücksichtigt werden, dass sie keine Gase bleiben, sondern bei ihrer Verbindung sich zu Wasser verdichten, wobei allerdings alle diejenige Warme frei werden konnte, welche ihnen den Zustand der Expansion giebt, und die oben gegebene Berechnung kann also bloß zur Widerlegung des dort aufgestellten Argumentes dienen, ist aber übrigens ganz unstatthaft. Wird dann ferner die große Wärme berücksichtigt, welche die Gasarten bei ihrer Verdichtung frei werden lassen, so erkennt man hierin allerdings einen Grund zur Erklärung der Wirkungen des Knallgasgebläses, bei welchem nicht, wie beim gewöhnlichen Verbrennen, ein tropfbar flüssiger oder fester ver-brennlicher Körper blos eine Gasart, das Sauerstoffgas, verdichtet, sondern worin zwei Gasarten gleichzeitig ihre Expansion verlieren, die erzeugte Hitze daher um so viel größer seyn muls.

Bis soweit glaube ich die theoretischen Untersuchungen hier fortführen zu müssen, indem ich deren weitere Verfolgung bis zu den Artikeln Verbrennen und Wärme verspare, weil dort erst einige Bestimmungen aufzusuchen sind, welche ich hier ohne weiteren Beweis anticipiren müßste. Eine Untersuchung ist indess noch übrig, welche zugleich zur Entscheidung der Frage über den Vorzug des Newman'schen Gebläses vor dem Hare'schen dient, von mir aber absichtlich bis hierher verschoben ist, um zugleich die wenigen aufgestellten theoretischen Grundsätze benutzen zu können, nämlich ob die Compression

¹ Vergl. Dampf. a. a. O.

des Knallgases vor seiner Entzündung zur Verstärkung der durch dasselbe erzeugten Hitze nothwendig oder mindestens nützlich ist. Eine Beichung dieser Frage könnte man in der mitgetheilten Theorie on Gilbert finden; sie liegt aber auf gewisse Weise indirecte in der ziemlich allgemeinen Behauptung, dass die Wirkungen des Newman'schen Gebläses die des Hare'schen weit übertreffen, denn wenn dieses wirklich der Fall wäre, so könnte der Grund, hiervon unmöglich in einer anderen Ursache liegen, als in der Compression des Knallgases im Newman'schen Apparate. Dass man die Compression des Gases in dem letzteren Gebläse nicht deswegen angewandt habe, um eine größere Hitze zu erzeugen, versteht sich von selbst, vielmehr wurde sie nothwendig, theils um in dem sehr kleinen Raume mehr Gas zu vereinigen, theils und hauptsächlich aber um durch das starke Ausströmen des Gases das Rückgehen der Flamme zu erschweren.

Soll die Compression des Knallgases ein Mittel zur Verstärkung der durch dasselbe erzeugten Hitze seyn, so ist dieses, so viel ich einsehe, nur aus zwei Gründen möglich, nämlich zuerst weil eine innigere Mischung der beiden constituirenden Bestandtheile desselben dadurch bewirkt wird, und zweitens weil der Strom des comprimirten Gases eine mit größerer Energie drückende Flamme erzeugt; denn dass dadurch in gleicher Zeit eine größere Menge Gas ausströme, kann nicht als Grund geltend gemacht werden, weil sich dieser Unterschied sehr leicht durch Erweiterung der Röhren compensiren läßt. Wollte jemand den ersten Grund geltend machen, so dürfte es schwer seyn, ihn genügend zu widerlegen; denn dass die Theile gemengter Korper einander durch mechanischen Druck näher gebracht werden. und sich somit inniger verbinden, ist wohl keinen Augenblick in Abrede zu stellen. Um diesem Argument noch mehr Gewicht zu geben, könnte ferner in Anschlag gebracht werden, dass die vorher vereinigten Gasarten zugleich eine längere Zeit mit einander in Berührung bleiben, und sich daher inniger verbinden können, statt dass im Hare'schen Gebläse die Vereinigung erst unmittelbar vor der Verbrennung geschieht. Zur Unterstützung dieser Ansicht ließe sich endlich noch die Erfahrung anführen, dass die Flamme beim Hare'schen Gebläse so selten oder gar nicht in denjenigen Raum zurückgeht, in welchem beide Gasarten vereinigt werden. Es ist mit nämlich nicht bekannt, irgendwo eine Angabe über das Zurückschlagen der Flamme in diesem

also eine größere Wärme erfordert werden würde, um eine gleiche Menge Wasser um gleiche Temperaturgrade zu erhöhen, als die dasselbe bildenden Gasarten, oder die aus demselben erzeugten Dämpse. Wollte man aber Wasser von einer gegebenen Temperatur in zwei gleiche Hälften theilen, die eine Hälfte desselben tropfbar flüssig lassen, die andere aber in Dampf verwandeln und dann beide um gleiche Grade der Temperatur erhöhen, so würde zwar von da an die in Dampf verwandelte Hälfte weniger Wärme erfordern, als die noch tropfbar flüssige, die erstere würde aber, wenn der Versuch bei 0°C. angestellt ware, erst 640°C. bedurft haben, um in Dampf verwandelt zu werden 1. Hiervon lässt sich der Analogie nach leicht ein Schluss auf die das Wasser bildenden Gasarten machen. Wenn gleich ihre specifische Wärmecapacität geringer ist als die des Wassers, so muls doch wohl berücksichtigt werden, dass sie keine Gase bleiben, sondern bei ihrer Verbindung sich zu Wasser verdichten, wobei allerdings alle diejenige Warme frei werden konnte. welche ihnen den Zustand der Expansion giebt, und die oben gegebene Berechnung kann also bloß zur Widerlegung des dort aufgestellten Argumentes dienen, ist aber übrigens ganz unstatthaft. Wird dann ferner die große Wärme berücksichtigt, welche die Gasarten bei ihter Verdichtung frei werden lassen, so erkennt man hierin allerdings einen Grund zur Erklärung der Wirkungen des Knallgasgebläses, bei welchem nicht, wie beim gewöhnlichen Verbrennen, ein tropfbar flüssiger oder fester verbrennlicher Körper blos eine Gasart, das Sauerstoffgas, verdichtet, sondern worin zwei Gasarten gleichzeitig ihre Expansion verlieren, die etzeugte Hitze daher um so viel großer seyn muls.

Bis soweit glaube ich die theoretischen Untersuchungen hier fortführen zu müssen, indem ich deren weitere Verfolgung bis zu den Artikeln Verbrennen und Wärme verspare, weil dort erst einige Bestimmungen aufzusuchen sind, welche ich hier ohne weiteren Beweis anticipiren müßte. Eine Untersuchung ist indels noch übrig, welche zugleich zur Entscheidung der Frage über den Vorzug des Newman'schen Gebläses vor dem Hare'schen dient, von mir aber absichtlich bis hierher verschoben ist, um zugleich die wenigen aufgestellten theoretischen Grundsätze benutzen zu können, nämlich ob die Compression

¹ Vergl. Dampf. a. a. O.

des Knallgases vor seiner Entzündung zur Verstärkung der durch dasselbe erzeugten Hitze nothwendig oder mindestens nützlich ist. Eine Bejahung dieser Frage könnte man in der mitgetheilten Theorie von Gilbert finden; sie liegt aber auf gewisse Weise indirecte in der ziemlich allgemeinen Behauptung, daß die Wirkungen des Newman'schen Gebläses die des Hare'schen weit übertreffen, denn wenn dieses wirklich der Fall wäre, so könnte der Grund, hiervon unmöglich in einer anderen Ursache liegen, als in der Compression des Knallgases im Newman'schen Apparate. Daß man die Compression des Gases in dem letzteren Gebläse nicht deswegen angewandt habe, um eine größere Hitze zu erzeugen, versteht sich von selbst, vielmehr wurde sie nothwendig, theils um in dem sehr kleinen Raume mehr Gas zu vereinigen, theils und hauptsächlich aber um durch das starke Ausströmen des Gases das Rückgehen der Flamme zu erschweren.

Soll die Compression des Knallgases ein Mittel zur Verstärkung der durch dasselbe erzeugten Hitze seyn, so ist dieses, so viel ich einsehe, nur aus zwei Gründen möglich, nämlich zuerst weil eine innigere Mischung der beiden constituirenden Bestandtheile desselben dadurch bewirkt wird, und zweitens weil der Strom des comprimirten Gases eine mit größerer Energie drückende Flamme erzeugt; denn dass dadurch in gleicher Zeit eine größere Menge Gas ausströme, kann nicht als Grund geltend gemacht werden, weil sich dieser Unterschied sehr leicht durch Erweiterung der Röhren compensiren lässt. Wollte jemand den ersten Grund geltend machen, so dürfte es schwer seyn, ihn genügend zu widerlegen; denn dass die Theile gemengter Korper einander durch mechanischen Druck näher gebracht werden. und sich somit inniger verbinden, ist wohl keinen Augenblick in Abrede zu stellen. Um diesem Argument noch mehr Gewicht zu geben, könnte ferner in Anschlag gebracht werden, dass die vorher vereinigten Gasarten zugleich eine längere Zeit mit einander in Berührung bleiben, und sich daher inniger verbinden können. statt dass im Hare'schen Gebläse die Vereinigung erst unmittelbar vor der Verbrennung geschieht. Zur Unterstützung dieser Ansicht ließe sich endlich noch die Erfahrung anführen, dass die Flamme beim Hare'schen Gebläse so selten oder gar nicht in denjenigen Raum zurückgeht, in welchem beide Gasarten vereinigt werden. Es ist mit nämlich nicht bekannt, irgendwo eine Angabe über das Zurückschlagen der Flamme in diesem

hinaus die Wirkungen desselben wieder abnehmen, indem diese überhaupt nicht sowohl auf der Stärke des Luftstromes, als vielmehr auf der Zuströmung des erforderlichen Sauerstoffgases, nebst der gleichzeitigen Concentrirung der Flamme und ihrer anhaltenden Richtung auf einen bestimmten Punct beruhen. Wäre die stärkere Strömung des Gases oder der Flamme von Einfluss, so würde ihre Wirkung unmittelbar vor der Mündung des Blaseröhrchens am stärksten seyn, allein bekanntlich giebt sie in einer Entsernung von zwei bis fünf Linien von dieser die größte Hitze, und beim Versuche selbst merkt man deutlich, dass das stärkere Strömen vielmehr nachtheilig als vortheilhaft ist.

Von der andern Seite lässt sich ausserdem aber leicht zeigen, dass die Stärke der Compression im Newman'schen Gebläse auf die Stärke der Strömung entweder gar keinen oder einen nachtheiligen Einstus hat. Es ist nämlich allgemein bekannt. wie sehr die Geschwindigkeit der in Röhren strömenden Luft schon durch eine einzige Krümmung der Röhre, oder durch ein anderweitiges Hinderniss vermindert wird. Bei dem Newman'schen Gebläse muß das Gas aber zuerst durch Oel oder Wasser aufsteigen, dann durch zwei feine Drahtgewebe dringen, dabei seine Richtung in einem rechten Winkel andern und zuletzt noch durch ein Bündel der feinsten Haarröhrchen strömen, so dass seine Geschwindigkeit unmöglich noch bedeutend seyn kann, vollends wenn man allem diesem nach eine Lage von Asbestfäden hinzusigen wollte. Gesetzt aber das Gas wäre bei seinem Austritte aus dem Blaserohre noch bedeutend verdichtet, so würde es sich unmittelbar beim Austritte in die atmosphärische Luft seiner Dichtigkeit proportional expandiren. dadurch aber müßte auf Unkosten der erzeugten Hitze eine bedeutende Bindung von Wärme verursacht werden. Wenn man also alles dieses und das oben schon Gesagte zusammennimmt, so folgt aus theoretischen Gründen ganz evident, dals dem Hare'schen Gebläse vor dem Newman'schen der Vorzug gebührt.

Gefrieren S. Wärme.

Gefühl

Tactus; Tact; Toucher; Feeling; Touch.

Hierunter versteht man zuerst im Allgemeinen die dem ganzen menschlichen und thierischen Körper und seinen Theilen eigene Fähigkeit, zu empfinden, welche eine Folge der überall verbreiteten Nerven ist. In diesem Sinne ist das Gefühl gleichbedeutend mit der Empfindlichkeit oder der Sensibilität, (Sensibilität, Sensatio, Aesthesis), dem Vermögen der gesunden Nerven, ihren jedesmaligen Zustand oder ihre Gegenwirkung gegen die auf sie einwirkenden Reize in dem Gehirn bemerkbar zu machen. Die hornartigen Theile des Körpers, als Oberhaut, Nägel, Haare, Knochen, Knorpel, Bänder, Sehnen, die sehnenfaserigen und serösen Häute enthalten keine Nerven, und aind daher unempfindlich; wenig empfindlich sind die Drüsen, einige Eingeweide, die Milz, mehr aber und in steigender Progression die Leber, Lungen, Nieren, Hoden; allein es treten Nerven in ihre Gefäse, und dringen mit ihnen in die Masse selbst ein, daher solche entzündete Theile, namentlich auch die Knochen, höchst empfindlich sind.

Werden die überall verbreiteten Nerven auf irgend eine Weise gereizt, welches durch geistige Vorstellung, Mitleidenschaft oder Sympathie, Berührung, Druck, Stofs u. dgl. mehr, hauptsächlich durch das el. Fluidum geschehen kann, so entsteht hieraus allezeit eine Empfindung, welche von dem leisesten und angenehmsten Gefühle bis zum heftigsten Schmerze in den verschiedensten Arten, z. B. das Gefühl der Hitze oder Kälte, der Trockenheit, Übelkeit, des Juckens, Kitzels, Hungers u. s. w. gesteigert wird. Hierbei herrscht allezeit viel Subjectives, insofern die Nerven bei verschiedenen Individuen verschieden reizbar sind; zum Theil ist auch die Gewohnheit von Einfluss, insbesondere aber die Vorstellung, wie man namentlich beim Gefühl des Kitzels sieht, indem niemand sich selbst zu kitzeln vermag, wie empfindlich er auch sonst dagegen ist. Der Reizbarkeit des Gefühls steht die Abgestumpftheit desselben (torpor) und Gefühllosigkeit (anaesthesia) entgegen, wie bei Lähmungen, dem kalten Brande u. s. w. Temporäre und örtliche Unterbrechungen des Gefühls geben das sogenannte Einschlafen und das viel seltenere Absterben einzelner Glieder, z. B. der Finger, welche dann weiss, kalt und steif werden, so lange dieser Zustand dauert. Gänzlicher Mangel des Gefühls, oder ein so geringer Grad desselben, wie man wohl bei den Wilden angenommen hat, welche unter den schrecklichsten Martern sich frohlich stellen, ist im gesunden Zustande nicht stattfindend, sondern es ist dieses mehr eine Unterdrückung des Schmerzes

durch den Willen, wie sich aus dem Betragen der Fahirs und der Märtyrer aller Zeiten bei selbstgewählten oder auch von andern zugefügten Martern ergiebt. Hierfür entscheidet auch die Erfahrung, das leidenschaftlich gereizte Menschen, z. B. im Kriege, im Zorn oder bei eifrigster Ausmerksamkeit auf interessante Gegenstände den Schmerz anfangs nicht fühlen. Ein geringerer Grad des Schmerzes, ein sogenannter tauber oder stumpfer Schmezz findet auch dann statt, wenn die Nerven sammt den sie umbüllenden Theilen des Körpers zerdrückt und zerstört werden, weswegen Schulswunden, das Abschlagen der Glieder mit einem stumpfen Instrumente und das Rädern im ersten Augenblicke schmerzlos oder unbedeutend schmerzhaft sind 1.

Die Nerven, welche das Gefühl vermitteln, sind überell durch den Körper verbreitet und verlaufen sich vorzüglich nach der Oberstäche hin, also in die Haut in unzähligen höchst seinen Verzweigungen. Sie sind weder mit einer die Empfindung leitenden Flüssigkeit umgeben, noch als Röhrchen damit angefüllt, nicht straff gespannt, um vibriren zu können, noch kann man ihrer Substanz eine eigenthümliche Elasticität, als den Kugeln, welche den Stols fortschlagen, beilegen, und die eigentliche Art der Fortleitung der Empfindung durch dieselben bleibt da-Die früher geglaubte geringe Elesticität der her räthselhaft. Flüssigkeiten ist zwar gegenwärtig widerlegt, und so könnte die Nervensubstanz allerdings gleichfalls elastisch seyn, allein es ist ger kein Grund vorhanden, ihr diese Eigenschaft in einem höheren Grade beizulegen, als den übrigen animalischen Stoffen, und hierauf die eigenthümliche Wirksamkeit der Nerven zu gründen.

Verschiedene Physiologen waren geneigt, das elektrische Fluidum, oder ein diesem ähnliches, in der Nervensubstanz anzunehmen, durch welches die Empfindungen mit einer den bekannten Bewegungen der Elektricität ähnlichen Schnelligkeit zum Sensorium gebracht würden. Die letztere Annahme eines eigenthümlichen Fortleitungsmittels läst, genau genommen, die Sache unerklärt, erweitert aber und erschwerti die künstige Untersuchung durch Einführung einer unbegründeten, jederzeit

¹ Eine ganz entgegengesetzte, der allgemeinen Erfahrung widerstreitende Ansicht, findet sich weitläuftig auseinander gesetzt von Lichtenberg in vermischte Schriften. Gött. 1808. V. 496.

aufs Neue zu berücksichtigenden und zu prüfenden Hypothese; die erstere hat dieses nämliche zum Theil, und noch das wider sich, dass die Fortpilanzung des Nervenreizes dann blose durch Isolatoren unterbrochen werden müste, was gegen die Erfahrung streitet.

ALEXANDER VON HUMBOLDT 1 nahm daher einen, die Nerven umgebenden, bis 1,25 Lin. von ihrer Masse sich erstrekkenden Nervensther en, welcher die Empfindungen fortleiten soll und REIL 2 glaubte, dass die Empfindungskraft der Nerven hierdurch den umgebenden Theilen mitgetheilt werde. Zu beiden Hypothesen ist gar kein Grund, vielmehr steht mit ihnen im Widerspruche, dass verschiedene Theile der Haut für leichte Berührungen, z. B. mit einer feinen Nadelspitze, wirklich unempfindlich sind, übrigens aber ohne unmittelbares Eindringen in den Körper kein Gefühl hervorgebracht wird und die Empfindlichkeit irgend eines Theiles sogleich aufhört, wenn der zugehörige Nerv umbunden, oder durch den feinsten Schnitt getrennt ist. Zur Unterstützung jener Hypothese kann nicht angeführt werden, dass Blinde oder auch Sehende in völliger Dunkelheit anwesende Wände oder sonstige Gegenstände vermittelst des Gefühls vermeiden, denn hierbei ensteht ohne eigentliche Berührung eine Empfindung durch den Gegendruck der Wände gegen die bewegte Lust und durch die modificirte Warmestrahlung 3.

Durch den erzeugten Reiz der Nerven den Ort zu bestimmen, wo die Empfindung hervorgebracht wird, vermögen wir bloß durch Übung und nicht durch unmittelbare Wahrnehmung. Eben daher pflegen Amputirte in der ersten Zeit die Gefühle, welche in den gebliebenen Nervenenden hervorgebracht werden, noch auf das verlorne Glied zn beziehen. Die Täuschung, als wenn wir an der Stelle der Reizung selbst die Empfindung wahrnähmen, rührt hauptsächlich von der unglaublichen Schnelligkeit her, womit der Eindruck zum Gehirn fortgepflanzt und die zugehörige Bewegung durch Rückwirkung der Nerven auf die Mus-

¹ Ueber die greizte Muskel- und Nervenfaser I. 163 ff.

² Exercit. anal. p. 28. Physiol. Arch. III. 200.

⁵ Vergl, L. v. Baczno. Ueber mich selbst und meine Leidensgefährten, die Blinden. Leipz. 1807. 8. 8. 77. Zzunz's Belisar. Berl. 1822. 8. 8. 17 u. 122.

keln hervorgebracht wird, ohne dass wir uns jederzeit eines eigentlichen Entschlusses, einer Willensthätigkeit, bewusst sind.

Wird der Ausdruck: Gefühl in der hier angegebenen Bedeutung genommen, so bezeichnet er zugleich diejenige Thätigkeit, welche allen Sinnen auf eine, jedoch eigenthümlich modificirte Weise zukommt.

In engerer Bedeutung versteht man unter Gefühl, oder dem Sinne des Gefühls, das Tasten, den Tastsinn, Tactus; le toucher, the touch. Der hauptsächlichste, wo nicht eigentliche Sitz dieses Sinnes, als solches, sind die Spitzen der Finger, welche nach vorn und innen mit einer nervenreichen Substanz versehen sind, indem die Haut regelmäßig gereihete Wärzchen enthält, mit einer dünnen Oberhaut überzogen, ohne dass jedoch die Natur für diesen Sinn eigenthümliche und abgesonderte, für sich bestehende Nerven bestimmt hat, wie für die übrigen Sinne. Durch den eigenthümlichen Bau der Finger, den Schutz der Nägel und den Gegenhalt, welchen diese den Papillen der Fingerspitzen beim Tasten gewähren, durch die Form der Hand und die gegenseitige Lage beider Hände gegeneinander, so wie endlich durch die Beweglichkeit beider Arme wird der Gebrauch dieses Sinnes sehr unterstützt 1, und kann deswegen durch die Zehen, auch wenn diese möglichst geschont sind, ihrer zahlreichen Nervenspitzen ungeachtet, nie ersetzt werden.

Der eigentliche Tastsinn gehört dem Menschen ausschließlich zu, so viel auch bei manchen Thieren durch Fühlhörner,
Baarthaare u. dgl. für die Unterstützung des Gefühls gesorgt ist.
Durch diesen Sinn erhalten wir Vorstellungen von den Körpern
außer uns, von ihrem Volumen, ihrer Gestalt, der Ruhe und
Bewegung, der Härte oder Weichheit, der Festigkeit oder
Flüssigkeit, der Wärme, Kälte, Trockenheit u. s. w. Wird die zur
Bedeckung dienende Haut durch öfteren Druck bei grober Arbeit
rauh und hornartig, so verlieren die Fingerspitzen ihre Feinheit
des Gefühls, werden dagegen empfindlicher durch Verfeinerung
dieser Haut und durch Uebung. Indem Blinde des Tastsinnes

¹ Lz Car Traité des sens Par. 1767.8, p. 203. Viuc. Paul Diss. de tactu. Vienn. 1778. 8. J. Fz. Schnötzer: das menschliche Gefühl oder Organ des Getastes. Leips. 1814. fol.

vorzüglich bedürfen, so erlangen diese in einzelnen Fällen eine ungewöhnliche Fertigkeit, Form und Rauhheit verschiedener Körper, sehr selten auch ihre Farben zu unterscheiden. Beispiele von Blinden, welche mit den Händen allerlei zusammengesetzte Arbeiten verrichten, sind nicht eben selten. So lebte in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in Hameln an der Weser LAKEMANN, Sohn eines Bäckers, dessen eines Auge in den Pocken ausschwor, das andere mit einer dicken Haut überzogen wurde. Er spielte auf jeder Orgel, nach kurzer Orientirung, zum Choral, reparirte kleine Fehler dieser Instrumente, und verfertigte zuletzt selbst eine kleine mit wenigen Registern, welche durch Loose ausgespielt, dem Besitzer zu allgemeiner Freude wieder zufiel, und dann von ihm in eine kleine Kirche der Umgegend verkauft wurde. Ein ähnliches Beispiel liefert SAUNDERSON, welcher im zweiten Lebensjahre blind wurde, sich aber dennoch eigene Zeichen für den Tastsinn zusammensetzte, und hiermit rechnete, worin er es zu einer solchen Fertigkeit brachte, dass er Professor der Mathematik zu Cambridge wurde, und eine Algebra schrieb 1.

Seltener oder gar nicht vorhanden sind dagegen Beispiele von solchen, welche auch die Farben der verschiedenen Körper zu unterscheiden vermochten. Das älteste bekannte Beispiel dieser Art ist der Organist Vermaassen, welcher nach R. Boyle diese Fähigkeit gehabt haben soll; auch erzählt Baczko von sich selbst, dass er die Oberstächen von einigen gleichgeschnittenen Tuchproben von gleicher Güte und verschiedener Farbe unterscheiden konnte. Schwarz war ihm am sprödesten, dann dunkelblau, zuletzt dunkelbraun und dunkelgrün, welche er nicht mehrunterscheiden konnte, so wenig als überhaupt seidene und baumwollene Zeuge. Auch Zeure stellte mit 13 blieden Zöglingen Versuche an, indem diesen abwechselnd verschiedenfarbige Stücke Tuch zu unterscheiden hingegeben wurden. Unter 630 Versuchen trafen 386 zu, 244 aber nicht. Wenn daher Grimadel von einem Blinden erzählt, dass er die verschieden

¹ Clemm's mathem. Lehrbuch Ste Ausl. Stuttg. 1777. I. 144. §. 367.

² Phil. Works II. 11. Pechlik observat. physico-med. p. 408.

⁸ a. a. O. S. 146.

⁴ a. a. O. S. 20,

⁵ Fract. phys. math. de lum. et col. lib. I. prop. 43.

denen Farben eines bunten, jedoch allenthalben gleichmäßig gewebten seidenen Zeuges durch das Gefühl habe unterscheiden können, so grenzt dieses schon an das Unglaubliche, völlig abentheuerlich aber ist die Erzählung Sloann's in der Encyclopaedia britannica von einer blinden Dame, welche nicht bloß alle Farben unterscheiden, sondern auch die feinsten Arbeiten mit der Nadel versertigen konnte. Endlich ist die Nachricht vom Herzog Ludwig Engelbert von Aremberg, welcher die feinsten Farbenunterschiede bei Tüchern durch den Tastsinn erkannt haben soll. 2, zu wenig historisch begründet, als dass sich ein Schluß hierauf bauen ließe.

Das Unterscheiden der Farben bis zu einer gewissen Grenze kann unmöglich schwer seyn, weil die Farbestoffe (Pigmente) in den Zeugen, nicht aber die eigentlichen Farben unterschieden werden. So erklärt sich die Sprödigkeit der schwarzen Tücher sehr natürlich aus dem zum Färben derselben genommenen Eisen. Hätte das in den Nerven hypothetisch angenommene Fluidum im Wesen Achnlichkeit mit dem elektrischen, so könnte man mit schwacher Wahrscheinlichkeit die Unterscheidung der Farben auf den Unterschied der positiven und negativen Elektricität zunsickführen, allein diese Hypothese ist keineswegs durch genügende Gründe unterstützt 3. M.

Gegenfüssler.

Antipoden; Antipodes, Antichthones; Antipodes; Antipodes.

Da die Erde frei im Raume schwebt, und die Bewohner der einen Seite offenbar ihre Füße gerade der Richtung entgegen wenden, die an der andern Seite statt findet, so sind die an den entgegengesetzten Enden desselben Durchmessers Wohnenden

¹ Vergl. Gesicht.

² Allg. Anz. d. Deutsch. 1823. Jan. S. 24.

³ Grundrifs der Physiologie von K. A. RUDOLPHI. 2 Vof. Berl. 1821. 23. II. 1—86. Biologie oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Aerzte von G. R. Tazvinanus VI. 202. Gött. 1822. Dieser dehnt den Begriff des Tastsinnes weiter aus, setzt ihn daher auch in die Lippen der Menschen, die Schnauze einiger Thiere, die Zunge, die Fühlhörner der Insecten u. s. w.

Gegenfüsler. Das Zenith derer, die am einen Ende wohnen, stimmt mit dem Nadir derer, welche am andern Ende desselben Durchmessers wohnen, überein.

Da die Richtung der Schwere überall gegen die Erde zu geht, so befinden sich die Bewohner der einen und der andern Gegend in ganz gleichen Beziehungen gegen die Wirkungen der Schwere, und es ist hier wohl nicht nöthig, bei dem Einwurfe zu verweilen, das ja dann die einen den Kopf unten hätten, indem der Kopf der andern oben ist. Die Richtung von oben nach unten ist nämlich in jedem Puncte der Erd - Obersläche die gegen die Erde zu gehende Richtung.

Für einen Ort, dessen Breite nördlich ist, wohnen die Antipoden in eben so großer südlicher Breite, und in einer um genau 180 Gr. verschiedener Länge. Jener Ort hat daher Frühlings-Anfang, wenn dieser Herbstes-Anfang hat; jener Ort hat Mitternacht, wenn dieser Mittag hat.

Die Neu-Seelander sind die Antipoden der westlichsten Gegenden von Europa, und der dem mittlern Deutschlande gerade gegenüberliegenden Punct der Erde ist auf dem Meere zwischen Neu-Seeland und Süd-America.

Schon die Alten machten die richtige Bemerkung, dass es, wosern die Erde frei im Raume schwebe, Gegenfüssler, qui adversis, vestigiis stent contra nostra vestigia, geben könne bagegen haben einige Kirchenväter und andere Theologen sich sehr eisernd gegen diese Lehre erklärt 2, was aber für uns von geringem Interesse ist, da wir das Glück geniessen, das was wahr ist, glauben und sagen zu dürsen.

Gegenschattige.

Antiscii; Antisciens ou Antésciens; Antiscians.

So heissen die Bewohner derjenigen Gegenden, deren Schatten im Mittage auf entgegengesetzte Seiten fallen. Diejenigen, welche nördlich vom Aequator wohnen, sehen am Tage der Nachtgleiche sämmtlich ihre Schatten nach Norden zu fallen, während die

¹ Cic. Quest. acad. IV. 39. PLINIUS hist. nat. II. 65; PLUTARCHUS de facie Lunae.

² LACTANT. Instit. Divin. III. 24; AUGUSTINUS de civit. Dei. XVI. 9. AVENTINI Annal. Bojor. L. III.

Bewohner der südlichen Halbkugel alle alsdann, jeder zur Zeit seines Mittags, den Schatten gegen Süden werfen. Zu andern Zeiten des Jahres findet dieser Gegensatz statt zwischen den Gegenden, welche nördlich und welche südlich von dem Parallelkreise liegen, wo die Sonne gerade durch das Zenith geht. Für die Bewohner der gemäßigten Zonen gilt es allgemein, daß die Bewohner der nördlichen den Schatten Mittags nördlich, die Bewohner der südlichen den Schatten Mittags südlich sehen, und daß sie also in Beziehung auf einander gegenschattige sind. B.

Gegenschein S. Aspecten.

Gegenwirkung.

Reactio, Réaction; Reaction; ist nach dem übereinstimmenden Sprachgebrauche aller Sprachen dasjenige, was der Wirkung entgegengesetzt ist, oder eine, einer gegebenen Wirkung entgegenstrebende Wirkung. Dieser Begriff ist so ein-.fach, dass er keiner Definition bedarf oder diese kaum möglich ist, ohne dass man gezwungen wird, sich des zu definirenden Ausdruckes in der Definition wieder zu bedienen, wenn dieses gleich nicht schulgerecht seyn mag. Es würde somit die bloße Bedeutung des Ausdruckes: Gegenwirkung, eben so wenig als die des ähnlichen: Gegengewicht, eine nähere Betrachtung in physikalischen Werken bedürfen, weil beide allgemein genügend bekannt sind, wenn nicht das Verhältniss der Wirkung zur Gegenwirkung im Allgemeinen vielfach von den Physikern untersucht wäre. Schon die Scholastiker stellen nämlich den Satz auf 1, Wirkung sey nie ohne Gegenwirkung, die späteren Untersuchungen beziehen sich aber sämtlich auf ein durch Newton hierüber aufgestelltes, nicht allezeit richtig verstandenes, ebendaher auch verschieden ausgelegtes und mannigfaltig sowohl vertheidigtes als auch bestrittenes Axiom.

So wie Newton sein bekanntes Axiom: Reactio aequalis actioni, die Gegenwirkung ist der Wirkung gleich, aufstellt, welches auch umgekehrt und überhaupt allgemein rücksichtlich der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung gültig ist, kann nicht wohl ein Misverständnis oder ein Streit darüber stattsn-

I Gehler im alt. Wört. II. 442.

den. Es ist nämlich dieses Axiom in der Reihenfolge der Bewegungsgesetze bei NEWTON das dritte 1 und lezte. Das erste ist das bekannte der Trägheit, das zweite setzt die Veränderung (überhaupt Größe) der Bewegung der bewegenden Kraft proportional, und das dritte ist das angegebene 2. Hiernach wird im Allgemeinen blos von den abstracten Bewegungsgesetzen gehandelt, unbgesehen von der Beschaffenheit der bewegten Körper, der bewegenden Kräfte und der Richtung der Bewegung. versteht sich dann von selbst und kann ohne Beweis als Axiom aufgestellt werden, dass keine Action, d. h. keine Thätigkeit stattfinden kann ohne einen Gegenstand, auf welchen dieselbe gerichtet ist, keine Wirkung ohne Object, auf welches dieselbe sich bezieht, keine Kraft ohne eine zu bewegende Last, also auch keine Wirkung ohne Gegenwirkung; wobei sich von selbst versteht, dass nur von Körperkräften, nicht eber von geistigen die Rede ist, insofern leztere überall nicht in die Mechanik gehören, desgleichen dals eine für den Augenblick nicht wirksame Kraft, welche wohl als existirend gedacht werden kann, zur Zeit aber als ruhend angenommen wird (z. B. die des nicht entzündeten Schiesspulvers), nicht als Kraft gilt. NEWTON sagt dann ferner ganz richtig, dass zwei Körper, welche auseinander einwirken, sey dieses durch Stofs, Druck, Anziehung, Abstossung u. s. w. gegensettig eine Action auf einander ausüben, welche vermöge der hierbei nothwendig stattfindenden Relativität beide eben so gut eine Wirkung (actio) als eine Gegenwirkung (reactio) auf einanderausüben, und dals (wie bei entgegengesetzten Größen) zuvor bestimmt werden müsse, welcher von beiden eine Wirkung ausübe, um zu wissen, dass alsdann dem andern die Gegenwirkung zukomme. Endlich aber müssen beide einander entgegengesetzt seyn, weil sie sonst gemeinschaftlich seyn und einen dritten Körper voraussetzen würden, gegen welchen sie sich äußern müßten, wenn sie anders als wirksam gedacht werden sollten.

So aufgefalst kann gegen das Axiom als rein naturphiloso-

¹ Phil. Nat. Princ. math. Leges motus, Lex III. T. I. p. 15. ed. Tessanek. In dieser Reihenfolge findet es sich auch bei Mac-Lavais. Phil. Neuton. p. 149.

² Actioni contrariam semper et acqualem esse reactionem: sive corporum duorum actionem in se mutuo semper esse acquales, et in partes contrarias dirigi.

phisch nichts eingewandt werden, insofern aus dem Begriffe einer Wirkung von selbst folgt, dass sie ein Object haben müsse, worauf sie sich bezieht, und dass der Estect derselben nicht schon existiren kann, sondern erst durch sie erzeugt werden muss, mithin auch Gegenwirkung zu nennen ist, insofern die Kraft zur Erzeugung derselben etwas überwinden oder überhaupt sich äußern muß. NEWTON führt dieses Gesetz nochmals an 1, und wird deswegen von KARSTNER 2 und GEHLER 3 getadelt, weil er die gegenseitige Anziehung der Himmelskörper aus jenem Axiom folgere. Were dieses wirklich der Fall, dann müßte man in diesen Tadel mit eingehen, indem jene beide Gelehrte vollkommen Recht in der Behauptung haben, dass eine solche Folgerung durchaus unstatthaft sey, weil sonst allgemein genommen die actio in einem gegebenen Körper eine gleiche actio in einem zweiten gegebenen Körper voraussetzen würde, da vielmehr durch die gegebene actio des ersteren gegen den lezteren die reactio in diesem erst entsteht. Bei einer bewegten stoßenden Kugel z. B. ist zwar wohl die Fähigkeit zu einer actio, aber diese leztere nicht wirklich stattfindend, wie lange die Bewegung auch dauert, bis die zweite Kugel getroffen wird, und hiermit die actio und reactio zugleich eintritt. NEWTON hat sich indess oft genug darüber geäussert, dass er das eigentliche Wesen und die Ursache der Anziehung weder angeben noch erklären wolle, sondern als durch Erfahrung gegeben betrachte, so dass er in diesem Stücke unmöglich mit sich in Widerspruch kommen kann', dagegen'aber folgt aus seinem Axiom nothwendig, dass wenn die Erde vermöge ihrer Anziehung eine actio gegen den Mond ausübe, dieser wiederum eine dieser gleiche reactio ausüben müsse; und so umgekehrt in Beziehung auf den Mond gegen die Erde .

¹ Princ. L. III. prop. 5. cor. 1. T. III. P. I. p. 32. ed. Le Sear et Jacquier.

² Höhere Mechanik Absch. 3. §. 125.

⁵ Wörterb. II. 444. Gehlen folgt in seiner Darstellung Kaestnea's, und dieser seinem Lehren Hausen, welcher sehr ausführlich, aber nicht durchaus klar dieses Problem behandelt hat. S. Hausen Programmata de Reactione. Lips. 1740. u. 1741.

⁴ So wie Newton den Satz stellt, kann man nicht wohl umhin, in den Tadel Karstnur's einzustimmen. Es heisst nämlich: Et quum attractio omnis per motus legem tertiam mutua sit, jupiter in satellites

Der aufgestellte mechanische Grundsatz, dass Wirkung und Gegenwirkung einander gleich und entgegongesetzt sind, ist ganz allgemein, die Wirkung bestehe in einer Anziehung oder Abstofsung, einem Drucke, Stofse oder was es sey, die Wirkung treffe einen ruhenden oder bewegten, und in lezterem Falle einen in positiver oder negativer Richtung bewegten Körper. So haben auch Musschenbroek 1, s'Gravesande 2 und andere den Satz angesehen. Lezterer erläutert ihn durch viele Beispiele, unter andern auch durch die wechselseitige Anziehung zwischen einem Magnete und dem angezogenen Eisen, welches KAEST-MER unrichtig findet. Allein s'GRAVESARDE behauptet nicht, dass die Anziehung des Magnetes als ihm wesentlich zugehörend aus diesem Gesetze folge, sondern nur, dass auch der Magnet auf das Eisen eine Wirkung ausübe, die sich in dem Masse der Stärke außere, welche durch die Gegenwirkung (das Gewicht) des Eisens gegeben ist. Vielmehr ist dieses Beispiel in sofern instructiv, als man sagen kann, es sey in blosser Beziehung auf den Effect gleichgültig, ob die Wirkung (actio) dem Magnete oder dem Eisen beigelegt werde. Ruhet z. B. ein Magnet auf einem Tische, und nähert man ihm einen eisernen Anker, so wird dieser das Bestreben zeigen, 'den Magnet aufzuheben, folglich unleugbar eine actio gegen ihn ansüben. Des Gewicht des Magnetes dagegen ist die reactio, und dieses wird um so viel vermindert, als die Anziehung durch das Eisen beträgt, so dass also hieraus sehr augenfällig der Satz der Gleicheit von Wirkung and Gegenwirkung hervorgeht. Gewöhnlich bedient man sich sonst seit KARSTER des Beispiels, von der Kraftanwendung eines Pferdes. Beträgt die Kraft des letzteren 1000 &., und der Widerstand der Last gleichfalls 1000 &., so wird auf gleiche Weise Ruhe erfolgen, als wenn man zwei Pferde von gleichen Kräften in entgegengesezter Richtung antriebe; betrüge aber die zu überwindende Last nur 800 &., so würde das Pferd auch

suos omnes terraque in lunem . . . gravitabit. Aus dem Gesetze und dieser Anwendung wurde aber folgen, dass z. B. die Ansiehung der Erde gegen den Mond der Auziehung des Mondes gegen die Erde gleich wäre, was doch Nzwron unmöglich behaupten konnte. Mir scheint es daher, als habe er in dieser Stelle aus dem Gedächtnisse das Gesetz angeführt, und etwas anderes darin gesucht, als was wirklich darin liegt.

¹ Introd, §. 270.

^{2.} Physices Elementa math. I. 95. §. 861. ff.

keine größere Kraftanstrengung anwenden können, als dieser Widerstand erfordert, und die Richtigkeit des Gesetzes bewährt Sehr häufig entsteht die Gegenwirkung sich hierbei abermals. aus der Trägheit der Körper, z. B. beim Stelse gegen ruhende Massen. Obgleich dieses an sich ganz gleichgültig ist, indem das aufgestellte allgemeine Gesetz den Zustand der Ruhe, der Bewegung und selbst der Richtung der letzteren nicht als wesentlich bedingend berüchsichtigt, so hat es doch einige Gelehrte, namentlich HAMBERGER 1 zu unrichtigen Ansichten verleitet indem sie nachweisen wollten, dass die Gegenwirkung nur durch eine Kraft, etwas wirklich entgegenziehendes oder stolsendes, erzeugt werden könne, und die Allgemeinheit des Gesetzes durch einige aus der Trägheit der Körper folgende Erscheinungen zu widerlegen suchten. 'Allein sie überlegten dabei nicht, dals z. B. eine bewegte Kugel den Stols gegen eine ruhende gleichfalls nicht durch eine eigenthümliche, ihr inwohnende Kraft, sondern nur deswegen ausübt, weil sie in ihrer einmal erhaltenen Bewegung beharret, so dass also ihre Wirkung (actio) selbst eine Folge der Trägheit ist, eben wie der Widerstand oder die Gegenwirkung (reactio) der gestossenen Kugel 2.

Sehr abweichend von dieser eben erwähnten Missdeutung eines an sich sehr einfachen mechanischen Gesetzes ist diejenige. deren sich F. A. C. GREN zu Schulden kommen läßt. übrigens scharfsinnige Gelehrte lebte in einer Zeit, als man die Wissenschaft ausnehmend zu fördern wähnte, wenn man alle Erscheinungen auf Kräfte zurückzuführen sich bemühete, wobei die meisten jedoch vergalsen, dass die qualitates occultae der Scholastiker gleichfalls nichts anders als solche Kräfte sind. So wie aber Torricelli diese Ansicht verdrängte, und das Gesetz vom Gewichte und Drucke der Luft mis großem Nuzzen in die Wissenschaft einführte, ohne sich darum zu kümmern, woher die Lust Gewicht und Druck habe, eben so stellte auch Newton in seiner allgemeinen Bewegungslehre das Axion auf, dass Wirkung und Gegenwirkung einander gleich und entgegengesetzt seyen, ohne zugleich die Frage zu erörtern, was Wirkung an sich sey, und wodurch die erstere herbeigeführt

¹ Elementa phys. mathem. Jona 1735. 8. §. 36.

² Vergl. Young Lect. I. 55.

werde. Gaza 1 dagegen wollte jede Erscheinung auf Kräfte 2urücksühren, und machte aus jenem Axiome ein anderes, nämlich dass Wirkung und Gegenwirkung vielmehr Kraft und Gegenkraft, beide aber einander gleich seyen; ein Satz, welcher bei dem jetzigen Standpuncte der Wissenschaft und in Gemälsheit der oben gegebenen Erklärung des Newton'schen Gesetzes keiner weiteren Erörterung bedarf. J. F. FRIES,2, welcher das oben erwähnte Missverständnis des hier untersuchten Gesetzes bei KAESTEER und GEHLER sehr gründlich aufhellet und widerlegt, will Wirkung und Gegenwirkung dynamisch nennen, wenn sie durch Grundkräfte erzeugt werden, mechanisch dagegen, wenn sie erst durch andere vermittelnde Körper bewirkt werden. Mir scheint dieser Unterschied aber weder nöthig noch überhaupt in der Sache gegründet, da das Axiom allgemein in der Bewegungslehre gültig ist, ohne Rücksicht auf die Kraft, welche eine Bewegung hervorbringt, als welche dabei vielmehr gar nicht in Betrachtung kommt. Wäre jener Unterschied anzunehmen, so müßte die Wirkung und Gegenwirkung zwischen einer durch die Schwere, als eine Grundkraft bewegten, und einer anderen durch sie gestolsene Kugel eine dynamische seyn, würde erstere dagegen durch eine ballistische Maschine in gleiche Geschwindigkeit versetzt, so wäre Wirkung und Gegenwirkung beim Stofse eine mechanische. Man ersieht hieraus, dass diese Unterscheidung bloß willkürlich und durch das Wesen der Sache keineswegs begründet ist. M.

Gegenwohner.

Antoeci; Antéciens; Antecians; sind die Bewohner solcher Orte auf der Erde, die unter gleicher Länge, aber
unter entgegengesetzter gleicher Breite wohnen. So liegt zum
Beispiel das Vorgebirge der guten Hoffnung mit den südlichsten
Gegenden von Italien unter einem Meridiane, und die Gegenwohner des Vorgebirges der guten Hoffnung mülsten südlich von
Italien in einem Puncte, wo das Mittelländische Meer ist, wohnen. Die Gegenwehner haben zu gleicher Zeit Mittag, aber
ihre Jahreszeiten sind die entgegengesetzten; wenn der eine

¹ Grundrifs der Naturlehre. Halle 1797. S. 69.

² Lehrbuch der Naturlehre. Jena 1826. S. 82.

Ort die Soume im Mittage am höchsten sieht, so steht sie der Gegenwohnern dieses Ortes am tiefsten.

B.

Gehör.

Das Hören; Auditus; Ouie; Hearing; bezeichnet den Sinn, durch welchen Schall, Ton, Klang u. s. w. wahrgenommen werden. Aus den Untersuchungen über die Entstehung und Fortpflanzung des Schalles ergiebt sich, dass zur Afficirung dieses Sinnes keine eigenthümliche und eigends verbreitete, den Organen desselben zugeführte Substanzen erforderlich sind, wie beim Sinne des Gesehmacks und Gerachs, noch dass es hierzu eines individuellen Wesens, wie beim Auge des Lichtes bedarf, sondern dass gewisse Schwingungen aller Körper Empsindungen in demselben hervorbringen, wenn sie durch wägbare Medien fortgepflanzt werden, wonach sich also dieser Sinn zunächst an den des Gefühle anschließt.

Das eigentliche Sinneswerkzeug für das Gehör ist das Ohr, welches bei den verschiedenen Thierclassen mehr oder minder vollkommen ausgebildet gefunden wird². Für die Physik genügt es, den Bau dieses Organs beim Menschen zu kennen, bei welchemes im Allgemeinen am vollkommensten ist³. Zu demselben gehört

¹ Vrgl. Schall.

² Man findet dieses in TREVIRANUS Biologie VI. 542. ff.

³ Zeichnung und Beschreibung sind entlehnt aus dem classischen Werke S. T. Sönnenne Abbildungen des menschlichen Hörorgans. Frankf. a. M. 1806. Fol. Sonst können noch verglichen werden: J. G. du Verner Traité de l'organe de l'ouie cet. Par. 1683. 8. Besser in Ocuvres anatomiques publ. par Bertin, Par. 1761. 4. T. 1. A. SCARPA Disquisitiones anatomicae de auditu et olfactu. Ticini 1789. fol. A. d. Lat. üb. Nürnb. 1800. 4. WILDBERG Versuch einer austphysiol. pathol. Abhandlung über die Gehörwerkzeuge des Messches. Jena 1795. 8. The Anatomy of the human car, illustrated by a series of Engravings, of the natural size; with a Treatise on the diseases of that organ, the causes of deafnes, and their proper Treatment. By J. C. SAUSDRES, Lond. 1806. fol. Dr. J. E. TRAMPEL. Wie erhibt - man sein Gehör gut, und was fängt man damit an, wenn es fehierhaft geworden ist? 2te Aufl. vermehrt u. mit Anm. von Menze. Hann. 1822. 8. J. F. MECKEL Handbuch d. menschl. Anatomie Halle 1820. IV. 7 ff. J. van der Hozven disput, de organo auditus in homine. Traj. ad Rhen. 1822, 8. A new map of the Ear, exhibiting its exter-

das äußere Ohr A, dessen Form bei den verschiedenen Thio-Fig. ren verschieden, im Allgemeinen aber zum Auffangen der 199. Schallwellen zweckmäßig eingerichtet ist. Die Versuche mit, dem Hörrohre beweisen übrigens, dass zur Verstärkung des Schalles die Weite der die Schallwellen auffangenden Oeffnung wenig oder eigentlicher gar nichts beiträgt, weit mehr dagegen das Vorhandenseyn von Krümmungen und Wölbungen, womit auch das äußere Ohr zweckmäßig versehen ist, obgleich man bis jetzt die eigenthümliche Bestimmung einer jeden einzelnen derselben noch nicht speciell angegeben hat. Schon Boernave 1 liefs, um hiertiber Gewissheit zu erhalten, das Ohr eines scharfhörenden Mannes in Wachs abdrücken, maß hiernach die Reflectionswinkel der einfallenden Schallstrahlen, und will hierdurch gefunden haben, dass alle in das außere Ohr gelangende durch Reflection in den Gehörgang zurückgeworfen würden, Wenn man aber berücksichtigt, dass das Ohr zwar am stärksten durch die perpendiculär auf seine Fläche fallenden Strahlen afficirt wird, unbedeutend schwächer aber auch durch die, in jeder Richtung dasselbe treffenden, so ist nicht wohl eine Krümmung denkbar, welche bei allen möglichen Richtungen des Einfalles die reflectirten Strahlen sämmtlich in einen Punct zu vereinigen vermöchte. Außerdem aber sind die gewundenen, den Schall sehr verstärkenden Hörrohre keineswegs von der Art, daß eine solche regelmässige Reslection von allen ihren Theilen statt finden könnte. Ehe genauere, vielen Schwierigkeiten unterworfene, Versuche hierüber nähere Auskunft geben, konnte man die Hypothese aufstellen, dass vielleicht die sehr ungleichen und verschiedenartig gekrümmten Höhlungen durch ihre ungleiche Lage und Richtung einzeln und wechselnd die von allen Seiten kommenden Schallstrahlen auffangen und zum Gehörorgane führen. Im Allgemeinen aber muß, außer der oben angegebenen Vérstärkung des Schalles durch jede Art von Höhlung und Wölbung, wohl berücksichtigt werden, dass in seltenen Ausnahmen das äußere Ohr ohne merkbare Verminderung

nal, intermediate and internal Structure cet. by J. H. Cuaris. Esqr. Lond. 1823. A Treatise on the Physiologic and diseases of the Ear. cet. by J. H. Cuaris. Lond. 1827.

¹ Praelect, acad. in propr. institutiones rei medicae. VI Tom. L. B. 1758. 8. III. 184.

der Fähigkeit zu hören ganz fehlt 1, und dieses daher auf keine Weise als ein, das Hören überhaupt nothwendig bedingender Theil des Gehörorgans betrachtet werden kann.

Bei den meisten Thieren ist das hervorstehende äußere Ohr beweglich und wird verschieden gerichtet, um den Ort des Schalles dadurch zu erforschen, dagegen besitzen nur in seltenen Ausnahmen Menschen das Vermögen, ihr äußeres Ohr unvollkommen zu bewegen ², und es soll dieses nach PERRAULT³ nicht durch die Ohrmuskeln, sondern durch den Hautmuskel des Kopfes geschehen.

Vom außern Ohre gelangt der Schall durch den Gehörgang (meatus auditorius; conduit auditif) b zum Tympanum Käme es beim Schalle auf die Größe der Fläche an, welche die Schallstrahlen auffängt, so müßte der Schall durch das än-Isere Ohr 50 mal verstärkt werden, wie auch KARSTER 4 andentet, weil der Queerschnitt des Gehörganges so vielmal kleiner ist, als das äußere Ohr. Allein hiergegen entscheiden nicht bloss die schon erwähnten Ersahrungen mit Hörrohren, sondem auch diejenigen, welche nach dem Verluste des äußeren Ohres oder beim Bedecken desselben gemacht sind. Nach SAVARTS. welcher in den neuesten Zeiten die Lehre von der Erzeugung und Fortpslanzung des Schalles durch eine Menge schätzbarer Untersuchungen bereichert hat, dient das äußere Ohr zum Auffangen der Schallwellen, durch welche es dann zugleich in Schwingungen versetzt wird, und somit die verstärkten Wellen zur meinbrana tympani leitet. Dass alle Körper, auch sogar die am wenigsten elastischen, durch die sie treffenden Schallwellen gleichfalls in analoge Schwingungen versetzt werden, ist durch SAVART genügend erwiesen, und so lass sich denn eine Anwendung dieses allgemeinen Satzes auf des äußere Ohr nicht wohl in Abrede stellen; eben so ausgemacht ist es aber auch durch die oben angegebenen Erfahrungen,

¹ Stark's Neues Archiv. II. 628.

² Haller Elem. Phys. V. C. XV. p. 190. Cooper in Phil. Trans. 1800. p. 156.

⁸ Ocuvres de Phys. et de Mechan. p. 238.

⁴ Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniss der Natur. Halle 1783. 8 Absch. V.II. §. 94 — 100.

⁵ Ann. de Chem, et Phys. XXVI. 33.

dals eine bedeutende Verstärkung des Schalles dem äußeren Ohre nicht füglich beigelegt werden darf. Die Querschnitte des Gehörganges sind elliptisch, die Fläche seiner Oeffnung beträgt im Mittel bei ausgewachsenen Menschen 5-1 Quad. Lin., die ganze Länge 9 L. die Höhe 4 L., die Breite 3 L. Die Bestimmungen der Weite hat hauptsächlich Comparerri 1 mitgetheilt, CÜVIER 2 dagegen die der Länge und der Krümmungen. Der Gehörgang steigt nämlich zuerst aufwärts, dann wieder herab, dann wieder hinauf; sein Umfang ist anfangs knorpelig, mit nicht bei allen Individuen ganz gleicher Weite und Form, jedoch so, dass man bei den meisten vermittelst hineinfallenden intensiven Lichtes das Paukenfell sehen kann 3, und misst nach E. Home 4 im kleinsten Durchmesser 70 stel, im größten 70 stel engl. Zoll. Weiterhin liegt der Gehörgang in den Schläfeknochen, ist mit einer feinen Haut überkleidet, welche in der Nähe des Trommelfelles eine dicke, klebrige, sehr brennbare, aus einem fetten Oele, einer eiweissartigen eigenthümlichen Substanz, etwas Natron und phosphorsaurem Kalke bestehende Fenchtigkeit 5. das sogenannte Ohrenschmalz ausschwitzt, und am innern Ende durch eine ausgespannte Haut geschlossen wird. Diese Haut, das Paukenfell, Trommelfell (membrana tympani, membrane du tambour), eine gleichsam in einem Ringe ausgespannte elastische, nach innen etwas gewölbte Haut, schneidet den Gehörgang schief, macht oben mit demselben einen stumpfen, unten einen spitzen Winkel, und besteht aus einer eigenen mittleren, vom knöchernen Gehörgange entspringenden Haut, welche auswendig mit der verlängerten Haut des äußeren Ohrganges, inwendig mit der zarteren und genauer befestigten des innern Gehörganges überzogen ist. Die mittlere eigenthümliche Haut des Paukenfelles enthält mehrere vom Umfange nach dem Mittelpuncte strahlende Fasern, welche vorzüglich an der inneren Seite sichtbar und wahrscheinlich muskel-

¹ De aure int. compar. Patavii 1789. p. 142 u. 45. Treviranus Biol. VI. 368.

² Lecons d'Anat. comp. II. 513.

³ ASTLET COOPER in Phil. Trans. 1801. II. 436.

⁴ Phil. Trans. 1800, 1. 4.

⁵ Fourceov Syst. de connoiss. chim. IX. 372. Horkel's Archiv. II. 277. Vauquelin Encyclop. meth. de Chem. T. III.

IV. Bd. Gggg

artig sind, und verschiedene seine Blutgesässe ¹. Nur in seltenen Fällen ist dasselbe mit einem Löchelchen versehen ². Einige ältere und sogar auch neuere Anatomen ³ nehmen eine Oessnung im Trommelselle als normal an, allein mit Unrecht ⁴. Dass dasselbe aber in einigen seltenen Fällen eine Oessnung habe, ist wohl unleugbar, indes soll sie nach Runourus ⁶ nur durch Zerstörung in Krankheiten entstehen.

Die Pauke, Trommel, Paukenhöhle (cavitas tympani, caisse du tambour), durch das Paukensell vom äussern Gehörgange geschieden, ist von einer unregelmäsigen elliptischen, im Mittel 4 Lin. weiten Gestalt, und mit einer zarten Schleimhaut bekleidet. In derselben besinden sich die Gehörknöchelchen, die kleinsten im menschlichen Körper, der Hammer (malleus; marteau) β , der Ambos (incus; enclume) α , mit welchem ein kleines linsensörmiges Knöchelchen (os orbiculare; osselet orbiculaire ou lenticulaire) δ schon in der frühesten Lebensperiode verwachsen ist, und der Steigbügel oder Stegreif (stapes; étrier). Hammer und Ambos sind an ihren oberen Enden mit einander, und der Hammer ist mit dem Trommelselle verbunden.

Im Einzelnen unterscheidet man am Hammer den Kopf oder den obersten länglich rundlichen Theil, den kurzen, von allen Seiten zusammengezogenen Hals, den Grift oder die Handhabe μ , eine zwischen den Blättern des Paukenselles liegende, unten in ein Knöpschen endigende Zacke, und die beiden Fortsätze, den äußern oder kurzen, stumpsen und den vorderen langen Stachelsortsatz ν . Der Ambos gleicht etwas einem Backenzahne mit zwei Wurzeln. Der mittlere Theil oder Körper desselben ist ungefähr viereckig, plattgedrückt, und vorn mit einer vertieften Gelenksläche versehen, wodurch der Ambos mit der Gelenk-

¹ MECKEL a. a. O. p. 18. R. Home in Phil. Trans. 1801. 1. 7.

² HALLER El. Phys. V. 202. Ej. Coll. Diss. IV. 308.

⁸ A. Q. RIVINI de auditus vitifs Lips. 1717. C. 12. Pontat l'Hist. de l'Anat. III. 570. VI. 1 u. 469. Vust in Medicin. Jahrb. des Oestreich. Staates. Wien 1819. V. 123.

⁴ Boss. Praes. Waltern, Diss. de membrana tympani. Lips. 1725.

⁵ Handb. d. Phys. II. 126.

fläche des Hammers verbunden ist. Von seinen beiden Schenkeln endigt der obere und kürzere frei, der längere, weiter nach innen gelegene, mit einer knopfartigen Anschwellung, und ist durch das Linsenbein mit dem Steigbügel, nirgend aber unmittelbar mit dem Paukenfelle verbunden. Der Steigbügel hat die Gestalt, welche sein Name andeutet, liegt nicht, wie die beiden größeren Knochen zenkrecht, sondern horizontal. Sein oberer Theil besteht aus einem zusammengedrückten, länglich rundlichen, zur Aufnahme des Linsenbeines etwas vertieften Knöpfchen, welches nur selten durch einen eingeschnürten Hals von den beiden Schenkeln getrenat ist. Letztere sind inwendig mit einer Furche versehen, worin eine feine Membrane, eine Fortsetzung der Paukenhaut ausgespannt ist. Die Basis des Steigbügels hat ganz die Form des ovalen Fensters, womit sie durch die Schleimhaut der Paukenhöhle beweglich verbunden ist, und kann, als etwas kleiner. durch diese Oeffnung in und aus dem Vorhofe treten. nere, dem Fenster zugewandte Seite ist flach, die äussere vertieft und von aufgeworfenen Randern umgeben 1.

So wie diese Knöchelchen sind auch die zu ihnen gehörigen Muskeln mit die kleinsten im Körper. Der Ambos hat keine Muskeln, der Hammer dagegen drei, deren Bestimmung die verschiedene Spannung des Trommelfelles zu seyn scheint. Spanner, oder-innere Hammermuskel (Tensor tympani, Musc. mallei internus) entspringt in der Nähe des Keilbeines, tritt in die Paukenhöhle, und ist mit seiner Selfne an das obere Ende der inneren Fläche des Hammers, dicht unter dem langen Fortsatze desselben, angeheftet. Indem er den Hammer nach innen zieht, spannt er das Paukenfell, und bringt die Reihe der Gehörknöchelchen von außen nach innen, wodurch der Steigbügel in das eirunde Fenster gedrängt wird. Der größere Erschlaffer des Trommelfelles, größerer außerer Hammermuskel, (Laxator tympani, Musc. mallei externus maior) ist mit seiner Sehne an den langen Fortsatz des Hammers geheftet, zieht den Hammer nach vorn und außen, und erschlafft dadurch das Paukenfell. Der kleinere Erschlaffer des Paukenselles, kleinerer äußerer Hammermuskel (Laxator

¹ MECKEL a. a. O. 24. ff.

tymp. minor. M. mallei externus minor) der kleinste von allen, entspringt vom oberen Rande des knöchernen Gehörganges, und ist an den Griff und den äußern Fortsatz des Hammers geheftet. Indem er diesen nach oben, hinten und außen zieht, wird das Paukenfell erschlafft. Am Steigbügel endlich befindet sich nur ein Muskel, der Steigbügelmuskel (M. stapedius) welcher mit seiner Sehne an den hintern Theil des Umfanges des Steigbügelknöpfchens angeheftet ist. Er zieht den Steigbügel so nach hinten, daß der hintere Theil seines Trittes in das eirunde Fenster gestoßen wird, und zugleich die Reihe der Gehörknöchelchen so nach innen, daß das Paukenfell dadurch eine stärkere Spannung erhält. Dieser scheint also mit dem Paukenfellspanner zusammenzuwirken 1.

Aus dieser inneren Höhle läuft ein beinahe zwei Zoll langer Canal, die Eustachische Röhre (tuba Eustachiana; trompe d'Eustache) nach der inneren Höhle des Mundes, und endigt hinten im Schlunde. Einige Physiologen nahmen an, dieser Canal sey dazu bestimmt, überhaupt den Schall zum Ohre zu leiten, und dadurch zu verstärken; allein man hört bei verstopften Ohren durch den Mund nur dann, wenn der schallende Körper die Zähne oder sonstige feste Theile berührt, mithin nicht durch die Eustachische Röhre. Eben so einfach lässt sich die durch C. Bressa 2, Sims 3 u. a. aufgestellte Hypothese widerlegen, das sie bestimmt sey, die eigene Stimme wahrzunehmen, indem man diese bei verstopften Ohren nur schwach hört. - Vielmehr ist ihre Bestimmung wohl keine andere, als die für die Functionen des Ohrs sehr wichtige Erhaltung des Gleichgewichts in der Spannung der äulseren Luft und derjenigen, welche sich in der Paukenhöhle befindet 4, und zugleich können die, in der Paukenhöhle abgesonderten Flüssigkeiten hierdurch einen Ausweg finden 6. Außer diesem Canale hängt die Paukenhöhle durch eine oder mehrere ansehnliche Oessnungen mit dem In-

¹ MECKEL a. a. O. p. 27. ff.

² Reil's Archiv. VII. 67.

³ Mem. of the Med. Soc. of London. I. Nr. 5.

⁴ LAURENTH opp. anat, Francof. 1595. 8. lib. II. Vrgl. Bibl. univ. 1820. Mars.

⁵ MECKEL Handb. d. menschl. Anat, IV. 41.

nern des Zitzenfortsatzes (apophysis mastoidea) zusammen, welcher eigentlich nur eine Fortsetzung derselben ist, durch eine Menge von Fächern in Zellen abgetheilt wird, die sich gegen seinen Umfang beträchtlich vergrößern, und mit der Schleimhaut der Paukenhöhle überzogen sind. In der inneren Höhle des Ohres befinden sich außer dem Gehörnerven, welcher dem Labyrinthe ausschließlich angehört, noch verschiedene Nerven, welche mit denen zusammenhängen, die sich in den Mund, über die Backen, die Stirn und verschiedene Theile des Kopfes verbreiten, durch welche ein Hören bei der Berührung dieser Stellen mit einem schallenden Körper erklärlich ist.

Unter die wesentlichsten Theile der Gehörwerkzeuge gehört das, was VALSALVA 1 die innerste Höhle nennt, das Labyrinth (labyrinthus; labyrinthe). Man unterscheidet das knöcherne und das häutige Labyrinth. Letzteres in ersterem liegend, und ihm gleich geformt, jedoch beträchtlich kleiner, besteht aus einer dünnen, weisslichen Haut, deren äussere Fläche durch lockeres Zellgewebe an die innere des knöchernen geheftet ist, und enthält eine seröse Flüssigkeit, das Wasser des häutigen Labyrinths (aqua labyrinthi membranacei). So viel sich bei der Kleinheit einer Zeichnung in natürlicher Größe erkennen lässt bezeichnet, a das Spiralblatt der Schnecke, oder ei-Fig. gentlich die der Paukentreppe zugewendete Fläche derselben; 200. 8 den im Vorhofe liegenden gemeinsamen Schlauch, und die halbkreisförmigen Röhren sind für sich kenntlch. Das eigentliche, früher allein bekannte, und das häutige einschließende Labyrinth liegt über der inneren Höhle, etwas nach hinten in der festesten Masse des Schläseknochens, bei Erwachsenen ganz mit dieser harten, zellenlosen Substanz verwachsen, ist mit einer klaren Flüssigkeit gefüllt, welche aus Wasser, etwas Eiweißstoff, und einer Säure, wahrscheinlich Kohlensäure (?) besteht, leicht ammoniakalisch wird², und die Nervenzweige des Gehörnervens in sich ausgebreitet enthält. Das Labyrinth wird in drei Theile getheilt. In der Mitte ist der Vorhof (vestibulum; vestibule), welcher durch eine kleine Oeffnung, das ovale Fenster (fenestra ova-

^{, 1} Ant. Mar. Valsalva de aure humana Tractatus. Bonon. 1704. 4.

² P. F. MECKEL diss. de labyrinthi auris contentis. Argent. 1777-4. p. 29.

Fig. lis, semiovalis, vestibularis; fenêtre ovale) 7 mit der 201. Trommelhöhle zusammenhängt. Letzteres ist mit einer hellen, etwas gallerartigen Flüssigkeit erfüllt, mit einem sehr zarten Häutchen überzogen und von der Basis des Steighügels ganz überdeckt, indem diese mit dem Umfange des Fensters durch ein dünnes Hautchen so verbunden ist, dals der Steigbügel noch etwas beweglich bleibt. Nicht weit von demselben befindet sich eine etwas kleinere, runde, gleichfalls mit einem zarten Häutchen (membrana tympani secundaria) überzogene, in die Trommelhöhle mündende Oeffnung, das runde Fenster (fenestra rotunda, triquetra, cochlearis) d. An der einen Seite des Labyrinths befinden sich die drei halbkreisformigen Canale (canales ossei semicirculares; caneaux semicirculaires) von etwas ungleicher Größe, wovon zwei in einen gemeinschaftlichen Schenkel zusammenlaufen, und alle sich daher nur mit fünf Oeffnungen am Vorhofe endigen, bestehen aus knächernen Röhren, welche etwas mehr als einen Halbkreis bilden, ein wenig platt gedrückt und ungleich weit sind, und ähnliche Röhren des häutigen Labyrinths enthalten 1-An der andern Seite des Labyrinths befindet sich die Schnecke (cochlea; limaçon), ein spiralformig zu drittehalb Windungen um einen mittleren, allmälig dünner werdenden Theil, die Fig. Spindel (modiolus), gewundener Canal, welcher aus knöcher-202 nen Wandungen mit einer zarten Marksubstanz besteht. Die Zeichnung drückt dieses interessante, in der Mitte durchschnittene Organ aus. Die Schnecke wird durch eine, von den inneren Theile ihres Umfanges entspringende waagerechte knocherne Platte, das Spiralblatt (lamina spiralis) in zwei übereinander liegende Gange, die Treppen (scalae) getheilt. Das Spiralblatt selbst ist doppelt, ein oberes und ein unteres, theik nicht die ganze Schnecke, sondern hört etwa in der Mitte der zweiten Windung als ein scharfer Haken (hamulus cochlece) auf; die untere Treppe, beträchtlich weiter als die obere, endigt mit dem runden Fenster nach hinten und außen gegen die Pauke, und heisst daher die Paukentreppe (scala tympani).

¹ Scarpa Anat. disquis. de Auditu et olfactu, Ticini 1789. fol.

Sie ist durch das, etwas concav ausgespannte Nebentrommelfell (tympanum secundarium) verschlossen, die obere und engere dagegen führt in den Vorhof, und heifst Vorhofstreppe (scala vestibuli) ¹.

Sowohl aus dem Vorhofe des Labyrinths, als auch aus der Schnecke gehen furchenähnliche Vertiefungen, die sogenannten Wasserleitungen, in die umschließenden Knochen. Durch diese dringt das häutige Labyrinth, und bildet zwischen dem Knochen und der harten Hirnhaut deutlich hervorragende blinde Sacke. Diese Gänge sind zugleich die Wege der Puls- und Blutadern, welche in das Labyrinth und aus demselben treten, desgleichen von Saugadern, welche die regelwidrige Anhäufung des Wassers im Labyrinthe hindern.

Im Labyrinthe befindet sich der Hauptnerv des Ohrs, der Gehörnerv, welcher sich theils in der Schnecke, theils im Vorhofe, theils auch in den halbkreisförmigen Canälen ausbreitet. Zwischen den beiden Blättern der Schnecke ist er strahlenformig verbreitet, und mit büschelformigen Enden; in den Anschwellungen (ampullae) der halbkreisförmigen Canale dagegen als eine zusammenhängende, ungefaserte Substanz; in den Blasen des Vorhofs endlich als divergirende, jedoch unter einender verbundene Filamente. Er ist allein im Labyrinthe vorhanden, ohne dass hier andere Nerven des Ohrs zu ihm stolsen, geht mit dem stärksten Aste in das Gehirn, und wirst einen Nebenast nach der Stirn hin, dessen Zweige sich über das Gesicht verbreiten. Warum aber die Enden dieser Nerven in der innersten Höhle des Gehörorgans so verschieden gestaltet, und so weit ausgebreitet sind, da doch eine einzige Nervenspitze die Schallschwingungen zu empfangen und zum Sensorium fortzuleiten geschickt seyn müßte, dieses ist kein Gegenstand einer eigentlichen physikalischen Untersuchung. Indess läßt sich mit den Physiologen annehmen, dass hierdurch das Auffangen der Schallschwingungen erleichtert und ihre Wirkung verstärkt werde 3.

So einfach es ist, die Bestimmung des äußern Ohrs zum Auffangen der Schallwellen und des Gehörganges zur Fortlei-

¹ Мвсявь в. а. О. р. 30. ff.

² Güven vergl. Anat. II. 471.

tung derselben in das innere Ohr zu erkennen, eben so schwer wird es, den Zweck der einzelnen Theile im inneren Ohre bestimmt anzugeben. Selbst die Bestimmung des Trommelfelles ist ungewis, indem dasselbe weder zum Auffangen noch zum Fortleiten der Schallwellen direct dienen kann, wofür ein deutlicher Beweis schon darin liegt, dass das Hören auch nach einer Zerreissung desselben fortdauert 1. Indess wird das Trommelfell bei jedem Hören und auch beim Horchen automatisch gespannt, indem die Mitte desselben durch den mit ihm verbundenen Hammer in die Höhe gezogen wird, welches durch die Zusammenziehung des inneren Hammermuskels geschieht 2. Einige Physiologen glauben daher, es diene dazu, den zu starken Eindruck des Schalles zu schwächen, um die feinen Gehörwerkzeuge gegen eine gewaltsame Afficirung zu schützen, weil die Schwingungen einer stark gespannten Membrane kurzer sind, als die einer schwachen. Allein dafür sind die durch den Schall verursachten Bebungen bei stark gespannten Körpern so viel energischer. TREVIRANUS 3 legt mit mehreren andem demselben die Bestimmung bei, zum feineren Hören zu dienen und die Individualität der einzelnen Tone zu unterscheiden, welches übrigens gegen die Gesetze der Schallschwingungen streitet 4, indem überhaupt nur von der Fortleitung des schon völlig bestimmten Schalles, Tones u. s. w. die Rede seyn kann. Eben hierin liegt auch eine Widerlegung der Hypothese Kra-BER'S und AUTENRIETR'S 5, wonach die runde oder elliptische Form des Trommelfelles dazu dienen soll, durch seine längeren und kürzeren Fasern gleichsam verschieden klingende Saiten, z. B. für die Octaven und überhaupt für die tieseren und höheren Tone abzugeben, indem das Ohr auf keine Weise die ihm zugeführten Tone abändern soll, die Organe desselben vielmehr blos zur Fortleitung der Schallwellen bestimmt sind, welches bei jedem Tone auf gleiche Weise durch die kürzeste wie durch die längste Saite geschehen kann. Am natürlichsten ist es daher

¹ Cooper in Phil. Trans. 1800. p. 151. 1801. p. 435. Tarvilleus Biol. VI. 575.

² TREVIRARUS a. a. O.

⁸ a. a. O. p. 874.

⁴ Vrgl. Schall.

⁵ Reil's und Autenrieth's Archiv für die Physiol. IX. 337.

ohne Zweifel anzunehmen, dass das Paukenfell überhaupt nicht zur unmittelbaren Bedingung des Hörens bestimmt sey, indem letzteres! ohne dasselbe recht gut statt finden kann. ¡Vielmehr scheint sein nächster Zweck darin zu liegen, die innere Höhle des Ohres nebst den darin enthaltenen sehr zarten Theilen gegen den Einflus der, hinsichtlich der Temperatur, Feuchtigkeit u. s. w. stark wechselnden, äusseren Lust, gegen Staub, Thiere and sonstige Verletzungen zu schützen. Außerdem ist die Anspannung und die ihr entgegengesetzte Erschlaffung der Gehörknöchelchen nebst der mit ihr gleichzeitigen und innigst zusammenhängenden des Paukenfelles im Allgemeinen zwar automatisch, es scheint mir daneben aber durchaus nicht zweifelhaft, dass beides auch durch Willkür geschehen könne, um die Gehörnerven für einen leiseren Ton vorzubereiten oder gegen einen zu heftigen Eindruck des Schalles zu sichern, und hierin hätte dann allerdings der ganze Apparat der Gehörknöchelchen sowohl als auch des Paukenfelles nebst den ihnen zugehörigen Muskeln eine sehr wichtige Bestimmung.

Ueber die eigentliche Bestimmung der Gehörknöchelchen war man von jeher nicht einerlei Meinung. Einige Physiologen nämlich glaubten, sie dienten zur Fortpflanzung des Schalles vom Pankenfelle zum ovalen Fenster und von hier zum Gehörnerven, andere ließen den Schall vom Paukenfelle an durch die Luft der Paukenhöhle zum runden Fenster geleitet werden, und von da aus zum Gehörnerven gelangen, noch andere ließen die Fortleitung gleichzeitig auf beiden Wegen geschehen, und alle drei unterstüzten ihre Meinung mit anscheinend unwiderleglichen Gründen. Indem aber diese Frage eine ausführliche Untersuchung erfordert, letztere aber, obgleich der Physiologie zunächst zugehörig, dennoch sehr in das Gebiet der Physik eingreift, so habe ich mich bemüht, dieselbe zur endlichen Entscheidung zu bringen 1. Hieraus ging das Resultat hervor, dass im normalen Zustande der Schall vom Paukenfelle durch die Gehörknöchelchen zum ovalen Fenster, und von da aus zum Gehörnerven gelangt, dass aber, wenn dieser Apparat durch eine

¹ Kastner's Archiv. VII. 1 ff. Die Literatur ist dort vollständig mitgetheilt, worauf ich hier verweise, indem seit jeuer Zeit keine Thatsachen hinzugekommen sind, welche mich vermögen könnten, von meiner Meinung abzugehen.

oder die andere Ursache zerstört oder unbrauchbar geworden ist, die Fortpflanzung des Schalles in einem minder vollständigen Grade durch die Laft zum runden Fenster geschehen kann, wie sie in seltenen Fällen selbst durch die Zähne oder sonstige Theile des Kopfes geschieht.

SAVART, welcher wegen seiner wichtigen Untersuchungen

über die Schallgesetze zu einer Entscheidung hierüber vorzuglich befähigt ist, stimmt mit dieser Erklärung in so fern überein, els er den Gehörknöchelchen die Function der Fortpflanzung des Schalles beilegt 1, zugleich aber behauptet er, das Paukensell werde delswegen durch den Hammer gespannt, um es gegen zu hestige Schallwellen unempfindlicher zu machen. Zum Beweise Fig. dieses Satzes spannte er über den aus Charten - Papier verfertig-203. ten abgekürzten Kegel A die feine Membrane m, streuete Sand auf diese, und fand, dass dieser höher hüpfte, wenn die freie Membrane in Schwingungen versetzt wurde, als wenn sie durch den Hebelarm lcL in die Höhe gehoben und somit stärker gespannt war. Dieser Erfolg war wohl nothwendig, denn da die Membrane durch den Hebel einen neuen Schwingungsknoten in ihrer Mitte erhielt, mussten die Schwingungsbogen um die Hälfte kurzer werden, und die Höhe, bis zu welcher sie den Sand schleuderte, musste daher abnehmen. Allein damit ist noch gar nicht erwiesen, dass die Schallschwingungen minder energisch waren, indem man als unbestreitbares Axiom annehmen kann, dass alle Schallschwingungen so viel energischer sind, je stärker der schwingende Körper gespannt ist, namentlich aber wird die Fortpflanzung des Schalles um so unvollkommener, je schlaffer der leitende Körper ist, und hört oft bei ganz erschlafften völlig auf. Ich bin daher mehr geneigt, in dieser Beziehung der Meinung von E. Home 3 beizupstichten, nach welchem das Trommelfell gespannt wird, um mit der Verschiedenheit der äußeren Schallschwingungen zu correspondires (wenn nämlich hier bloss vom Unterschiede der Stärke und Schwäche derselben, nicht aber von der individuellen Art der Tone die Rede ist), indem es im Zustande der Erschlaffung nur unvollkommene Eindrücke erhält.

Die Schwierigkeiten, welche einer genauen Beantwortung

¹ Ann. Chim. ot Phys. XXVI. 25; 83 u. ff.

² Phil. Trans. 1800. I. 11; 159.

der Frage über die Bestimmung des Paukenfelles und der Gehorknöchelchen hinsichtlich der Fortleitung des Schalles entgegemstehen, erstrecken sich auch auf den eigentlichen Zweck der einzelnen Theile des Labyrinths. Als man früher ungewiss darüber war, ob die Flüssigkeiten überhaupt den Schall fortpflanzen 1, und dieses wegen ihrer geringen Zusammendrückbarkeit bezweifelte, so überraschte die Entdeckung Corugni's 2, dass sich im Labyrinthe Wasser befinde, und Meckel's 3, dass dasselbe ganz damit erfüllt sey. Ohne dieser Flüssigkeit eigentliche Leitungsfähigkeit beizulegen, meinte Wünscus daher, die gesammte zarte und elastische Masse des Labyrinths werde erschüttert, welchem Genlen 6 beitrat. Gegenwärtig macht dieser Gegenstand keine Schwierigkeit mehr, da es erwiesen ist, dass alle tropsbare Flüssigkeiten, wenn gleich zur Erzeugung des Schalles untauglich, ihn dennoch besser und vollständiger, als die Luft fortleiten; allein damit ist die eigentliche Bestimmung aller einzelnen Theile des Labyrinths noch keineswegs gegeben. Der Gehörnerv selbst und seine Anfänge in der Schnecke, dem Vorhofe und den halbkreisförmigen Canälen sind verschieden. Schon Scarza 6 meinte, noch bestimmter aber glaubt TREVIRANUS 7, dass diese verschiedenen Nervenzweige dazu dienen, die individuelle Beschaffenheit der Tone (den Klang) wahrzunehmen, und gleichzeitig ungleichartige Tone zu erkennen. Wenn aber viele Physiologen aus der eigenthümlichen Form dieser Nervenzweige ihre individuellen Functionen bei der Wahrnehmung des einen oder andern Theils der Schallschwingungen zu bestimmen versuchten, so war dieses viel zu voreilig, indem die Physiker die eigentliche Beschaffenheit dieser Schwingungen noch gar nicht hinlänglich genau aufgefunden haben, und selbst noch kaum muthmaßen können, wodurch die Wahrnehmung der Individualität jedes einzelnen Tones bedingt wird. Es ist daher vorerst noch unmöglich anzugeben, warum ge-

¹ Vrgl, Schall; Fortpflanzung,

² Diss. de aquaeductibus auris hum. internae. Neap. 1760. 4.

³ Diss. de labyrinthi auris contentis, Argent. 1777. 4.

⁴ De auris hum: proprietatibus. Lips, 1777. 4.

⁵ Wörterb. II. 450.

⁶ De auditu el olfactu S. II. C. 4. 5. 14.

⁷ a. a. O. S. 403.

rade so viele und so verschieden gestaltete Nervenzweige gefunden werden, warum das Labyrinth aus drei Haupttheilen besteht, gerade drei halbkreisförmige Canäle vorhanden sind, die Schnecke ihre Windungen hat u. dergl. m.

Wegen der weiten Verbreitung und Verzweigung der Nerven des Gehörs über verschiedene Theile des Körpers, desgleichen wegen der Fortleitung des Schalles durch feste Körper ist es möglich, auch ohne das Eindringen der Schallwellen in den Gehörgang zu hören. Dass man durch die Zähne hören könne, wenn man einen Stab oder sonstigen starren Körper an dieselben oder zwischen sie hält und mit dem schallenden Körper in Verbindung bringt, wusste man gewiss in uralten Zeiten; bekannt gemacht wurde es aber zuerst durch Ingrassia und viele haben es nachher bestätigt². Auf ähnliche Weise kann man sich leicht von der Fortpflanzung des Schalles und einer Art des Hörens durch die übrigen Theile des Kopfes überzeugen, wenn gleich in keinen oder mindestens in sehr seltenen Fällen diese Theile in die Functionen der eigentlichen Gehörwerkzeuge treten,

Die Feinheit, Schärfe und Genauigkeit des Gehörs oder des Hörens ist sehr verschieden, von dem höchsten Grade der Scharfhörigkeit bis zur völligen Taubheit. Bei manchen Thieren mag das Gehör im Allgemeinen feiner seyn; wie denn das Elephantenweibchen das Geschrei seines Jungen auf eine weitere Entfernung hört, als wohin das menschliche Ohr reicht 3, das Unterscheidungsvermögen verschiedener Töne ist aber bei dem Menschen gewiß vorzüglicher, und das Wahrnehmen der Harmonie ihm allein eigen. Man bemerkt auffallend, daß Hunde die ihnen bekannten Personen weniger an der Stimme, als vielmehr am Geruche erkennen, und obgleich die Thiere verschiedene Töne unleugbar erkennen, wie aus ihrem Locken, Ver-

J. Bapt. Ingrassia in Galeni lib. de ossibus Commentaria. Panorm. 1603. fol. p. 97.

² J. Jorissen diss. med. sistens novae meth. surdos reddendi andientes physicas et med. rationes. Halae. 1757. G. H. Winkler progr. de ratione audiendi per dentes. Lips. 1759. Büchner's Abhandl. von einer besondern und leichten Art, Taube hörend su machen. Halle 1759. 8. Vylhoorn ad Heist. Chir. p. 783. Bullet. de la société philom. N. 41. u. v. a.

⁵ Phil. Trans. 1800. I. p. 20.

hervorgeht, so bringen doch die schönsten Singvögel nie Harmonie hervor, und nur wenige Beispiele deuten auf ein Afficirtwerden durch dieselbe. Hierher gehören die Erfahrungen vom Wohlgefallen oder Missfallen der Hunde und sonstiger Hausthiere an gewissen Tönen, Instrumenten und Musikstücken i, die Beobachtung von Archer 2, das eine Maus durch das Spiel der Flöte angelockt wurde, die Erzählungen von dem Eindrucke der Musik auf Spinnen 3, ferner die interessanten Versuche von Evenard Home 4, wonach der Elephant blos die tieseren Töne eines Horns und eines Forte - Piano beachtete, der Löwe dagegen bei den hohen Tönen ruhig ausmerksam blieb, bei den tiesen aber sich wild gebärdete.

Ueber das Gehörvermögen der Fische ist lange gestritten, weil die Frage über die Fortpflanzung des Schalles durch Wasser, und indirecte über die Elasticität desselben hiermit zusammenhing. Wenn man übrigens die Fähigkeit tropfbarer Flüssigkeiten, den Schall fortzupflanzen, aus ihrer Elasticität beweisen wollte, so verwechselte man offenbar Zusammendrückbarkeit mit Elasticität. Neuere Versuche haben indess nicht bloss bewiesen, dass tropfbare Flüssigkeiten, namentlich das Wasser, sowohl zusammendrückbar als auch elastisch sind, sondern dass selbst die gar nicht als elastisch sich zeigenden Körper, z. B. Blei, sogar in Schallschwingungen versetzt werden können f. Inzwischen ist das Vermögen des Gehörs bei den Fischen durch Erfahrung außer allen Zweisel gesetzt. Schon bei Aristoteles 6, Aelian 7 und Plinius findet man solche Erfahrungen erwähnt, und spätere Schriftsteller bestätigen die Sache 9, na-

¹ Buffon Hist. Nat. ed. Bip. XI. 143. Kerner in Reil's u. Autonrieth's Archiv. IX. 339.

² The American medical Recorder. Philad. 1818. I. 18.

³ Leipz, Mus. Zeit. a. v. O.

⁴ Phil. Trans. 1823. I. 25.

⁵ Vrgl. Schall.

⁶ Hist. Anim. L. IV. C. 8.

⁷ De nat. an. L. VI. C. 32. L. IX. C. 7.

⁸ Hist. Nat. L. X. C. 70 (89. ed. Bip.) Pisces andire palam est et in piscinis Caesaris genera piscium ad nomen venire, quosdamque singulos.

⁹ Boyle Phil. Works. III. 41. Willoughbey. Hist. Pise, p. 228.

mentlich Farricrus ¹ durch die Erzählung, daß die Grönländischen Fischer sich hüten laut zu reden, damit nicht die Haifische an die Oberfläche kommen und die Fische verjagen. Die Anwesenheit der inneren Gehörwerkzeuge bei den Fischen ist gegenwärtig gleichfalls entschieden ². Die Untersuchung endlich, wie weit dieser Sinn unter den übrigen Thierclassen verbreitet sey, gehört zur vergleichenden Physiologie.

Ein überreizter Zustand des Gehörs, (hypercusis), gehört unter die seltenen Erscheinungeh 3; weit häufiger dagegen sind die Schwerhörigkeit in ihren verschiedenen Abstufungen und die Taubheit des einen Ohrs oder beider. Die vielen verschiedenen, hier nicht zu erwähnenden eigentlichen Krankheiten des Gehörs abgerechnet 4 ist die Schwerhörigkeit zuweilen Folge der Verstopfung des Gehörganges durch verdichtetes Ohrenschmalz 5, welches Uebel durch blosses Reinigen des Ohres gehoben werden kann; in vielen Fällen einer Verschließung der Eustachischen Röhre 6, deren Schleimhaut leicht krankhaft afficirt wird. z. B. bei katarrhalischen Beschwerden, mit welchen deswegen häufig periodische Schwerhörigkeit und ein Wiedereröffnen dieses Canals, begleitet von der Empfindung eines Knalles verbunden ist, oder bleibende Schwerhörigkeit bei fortdauernder Verstopfung derselben, in welchem Falle die Durchbohrung des Trommelfelles unter Umständen mit Erfolg ange-

¹ Fauna Groenlandica. p. 129.

² KLEIN MARTISSA Ichthyolog. de sono et auditu piscium. Lips. 1746. 4. BARRA in Phil. Traus. Num. 486. Uebers. in Hamb. Mag. V. 655. Nollet sur l'ouie des Poissons. In Mem. de l'Ac. 1743. 199. Vorzüglich A. Monno's Vergl. d. Baues und der Physiol. der Fische u. s. w. von Schneider. Leipz. 1787. 4.

³ ITTAND a. a. O. p. 172. H. D. GAUBIUS Anfangsgründe d. med. Krankheitslehre. A. d. Lat. von Gruner, 2te Aufl. Berl. 1791. & S. 351.

⁴ S. hierüber; die oben angegebenen Werke namentlich von Ir-TARD, TRAMPEL, CURTIS u. a.

⁵ VALSALVA de aure hum. Tractatus. In ei. opp. ed. Morgagnus. Venet. 1741. 4. p. 11. Rudolphi Grundrifs der Phys. II. 127. ITTARD a. a. O. S. 121. Curis a. a. O. S. 27.

⁶ Valealva a. a. O. S. 116. nach welchem die eingeschlossene Luft zur Fortpflanzung des Schalles unfähig ist. Vrgl. Phil. Trans. 1755. Hist. de l'Acad. 1724.

wantilt worden kann. Schon vor fast 200 Jahren bebbachtete RIDLAN 4, dass ein Tamber sich unvorsichtigerweise mit dem Ohrlöffel das Trommelfell durchstiefs, und dednrch plötzlich horend wurde. In welcher Zeit men diesem gemels anfing des Pankenfell zur Herstellung des Gehörs künstlich zu dufchbohren, vermag ich nicht anzugeben, gewifsteber ist, daß diese Opinition spitter von Cuestleun 2, nachher von Büsson 3 unid andern vergeschlagen, von Valsalva. aber (muthmasslich snerst) und nachher hauptsächlich von A. Coorga s und ardern. jedoch nur in seltenen Fällen mit glücklichem Erfolge, angewandt wurde 6. Die Ursache der Schwerhörigkeit, in seltenen Fällen völliger Taubheit, durch Verstopfung dieses Canals liegt muthmasslich in einer Anhäufung des durcht denselben nicht abgeführten Schleimes 7, oder in der sewohl durch Vermehrung als auch durch Verminderung des äufsern Luftdruckes gegen das Peukenfell, (bei Erfullung der Paukenhöhle mit verdünntezer oder verdichteterer Luft als die etmosphärische) gehinderten freien Beweglichkeit der Gehörknöchelchen; wenn nicht zuweilen in einer von der Eustachischen Röhre in die Paukenhöhle fortgehonden krankhaften Anschwellung der Schleimhäute überhaupe In vielen Fällen ist Schwerhörigkeit sicher eine Folge der Verstopfung des Eustachischen Canals, indem man bei leichten katarrhalischen Beschwerden sehr häufig eine gewisse Stumpfheit des Gehörs wahrnimmt, welche durch des Bestreben des Niederschluckens vermittelst der hierbei etatt andenden Bewegung des Kehldeckels, Gaumsegels und der übrigen Theile des Schlundes leicht gehoben wird. Dass mit jener Verstopfung zugleich eine Aufhebung des Gleichgewichts in der Spannung der äußeren und der in der Paukenhöhle eingeschlossenen Luft verbunden ist, wohei eich wohl in den meisten Fällen die letztere durch Absorption in einem Zustande stärkerer Verdünnung be-

¹ Encheiridion anatomico-pathol. L. B. 1649. 8. p. 290.

² Anatomy of the human body. ed. 2. Lond. 1756. p. 306.

⁵ Ittard a. a. O. S. 318.

⁴ De aure hum. p. 89.

⁵ Phil. Trans. 1801. II. N. XXIII. G. LIV. 894.

⁶ Vrgl, Himly com. de perforatione membranae tympani, Gott. 1808. 4.

^{.&#}x27; 7 Horn's, Nassa's u. Henke's Archiv. 1817. Mai u. Juni.

findet, dieses geht schon daraus hervor, dass das Durchbohen des Paukenfelles in der Regel mit der Empfindung eines heftel gen Knalles verbunden ist, auch empfindet man etwas dies Art, wenn im oben angegebenen Falle die Eustachische Röhn durch das Bestreben des Schluckens sich wieder öffnet. liegt ein hauptsächlicher Beweis, daß sowohl die Fortpflanzus des Schalles im normalen Zustande durch die Gehörknöchelchei geschieht, als auch dass die freie Beweglichkeit der letzteren zur Vollständigkeit des genauen Hörens unentbehrlich ist. wird aber aufgehoben, die Luft in der Paukenhöhle mag mehr oder weniger elastisch seyn, als die äußere; im ersteren Falle nämlich wird das Paukenfell nach innen gebogen und der Steigbügel gegen das ovale Fenster gedrückt, im letzteren dagegen drückt die Luft das Paukenfell nach aulsen, und die Gehorknochelchen werden gespannt. Ob übrigens die Eustachische Röhre verschlossen oder offen sey, nimmt man bekanntlich leicht wahr. wenn man nach verschlossener Nase die Luft in der Mundhöhle comprimirt, und dann den Druck derselben gegen das Paukenfell empfindet. Außerdem aber werden Schwerhörigkeit oder wöllige Taubheit verursacht durch Verstopfung der Trommelhöhle. Zerstörung des Gehörapparats oder Unempfindlichkeit des Gehörnervs. Wenn nämlich der Steigbügel verloren wird, so läuft das Wasser aus dem Labyrinthe, der Nervenapparat in demselben fällt zusammen, vertrocknet, und es ist an keine Wiederherstellung dieses Sinnes zu denken 1. Nach PINEL 2 fehlt dieses Wasser zuweilen bei alten Personen, und ist dann Ursache der Taubheit, und so könnte allmälige Verminderung desselben in Folge der Altersschwäche auch die in sehr hohem Alter gewöhnliche Schwerhörigkeit veranlassen. Dass übrigens das Paukenfell, der Hammer und Ambos ganz oder zum Theil feh-Ien können, ohne gänzlichen Verlust des Gehörs nach sich zu ziehen, ist factisch erwiesen, und mit der oben angegebenen Theorie von der Fortpflanzung der Schallwellen bis zum Labyrinthe sehr wohl vereinbar 3. Die übrigen Krankheiten aufzuzählen, welche eine Lähmung oder Zerstörung des Gehörnervs herbeiführen, ist hier der Ort nicht, und es möge daher nur

¹ Rudolphi a. a. O. S. 144.

² Archiv. génér, de Médecine. 1824. Oct.

³ Vrgl. meine oben erwähnte Abh. in Kastner's Archiv. VII. 1.

och im Allgemeinen erwähnt werden, daß men sich von der werk fortdauernden Thätigkeit des Gehörtenes mit großer-Sicherteit überzeugen kann, wenn man einen den Schall leitenden trauven Körper, z. B. eine Taschenuhr, zwischen die Zähne nimmt, und versucht, ob dann die Empfindung des Hörens noch statt findet oder nicht. Ist letzteres der Fall, so ist man berechtigt, den Gehörnerv für völlig unthätig zu halten.

Um den Grad der Schwerhörigkeit, namentlich bei Kindern, welche nicht blödeinnig sind, zu prüfen, schlägt ITTARD zein eigenes Instrument vor and pennt dieses Akumeter. Es besteht Fig. blos aus einem geschlagenen kupfernen Ringe a, welcher an ei-204. nem Stäbehen mn frei von der durch die Säule ef auf dem Fuß-gestelle g errichteten Maschine herabhängt, und gegen welchen der mehr oder weniger hoch aufgehobene Klöppel b schlägt. Der kupferne Ring ist desswegen als tonender Körper gewahlt, weil diese Substanz nach ITTARD's, Versuchen stets gleich stark tonen soll. Die Hohe des Aufhebens wird an den Graden des Quadranten c d gemessen, um die Starke des Schalles hierdurch stets gleichmälsig zu machen. Man belehrt dann den Patienten, bei jedem Schlage den Finger aufzuheben, verbindet ihm die Augen, und entfernt sich mit dem Instrumente stets weiter oder vermindert den Schall so sehr, dass ein gesundes Ohr-die Fähigkeit des Horens bei dem Patienten durch Vergleichung messen kann. FREYCINET bediente sich dieses Apparates, um die Gehörsstärke bei den wilden Völkern zu messen.

Worin die Operationen oder die Afficirungen des Ohres bestehen, damit es die Functionen des Hörens verrichte, dieses kann vollständig nur aus der Theorie der Schallwellen abgeleitet werden. Hier wird es daher genügen nur im Allgemeinen zu bemerken, dass die Gehörnerven durch die mechanischen Impulse der Schallwellen auf eine ähnliche Weise afficirt werden, als die übrigen sämmtlichen Nerven durch einen Stoß oder Druck, welswegen auch die Thätigkeiten des Gehörs denen des Gefühls und Tastsinnes am nächsten kommen, sich zugleich aber durch einen ungleich höheren Grad der Feinheit auszeichnen. Die Unterscheidung der Höhe und Tiese der Föne wird dann bekanntlich durch die Zahl der in einer gegebenen Zeit das Ohr treffenden Pulsus bedingt, die Wahrnehmung der Individualität

¹ a. m. O. S. 206.

IV. Bd.

der Tone aber (des Kilanges) beruhet auf der Eigenthünslichkeit aller die Gehörnerven gleichseitig treffenden Schallwellen, ohne dals es bisher möglich war, für beides den Causalnexus zwischen Ursache und Wirkung genauf nachzuwelsen. Ein gesundes Ohr thufs hiernach die, sowihl der Höhe und Tlefe, als auch dem Klange nach Werschiedenen Töne vahrnehmen höhnen, under zeigen sich hierbei viele Anomalien, deren Erklärung germeinschaftlich in das Gebiet der Physik, Physiologie und selbet der Psychologie gehört, und in einem höhem Grade schwierig ist, wovon die wichtigsten hier kurz erwähnt werden müssten.

Merkwürdig ist schon die Eigenthumlichkeit vieler Menschen einige, namentlich hohe Tone, nicht wahrzunehmen, obgleich sie die tieferen Tine vollkommen deutlich zu erkennen vermogen. Wollaston entdeckte dieses zuerst hinsichtlich gewisses hoher, pfeifender Tone der Insecten, und seine weiteren Versuche belehrten ihn, dass dieses Unvermögen der Wahrnehmung hoher, hauptsächlich scharfer Tone sich bis zum bekannten Zirpen der Spatzen erstreckt, welches von einigen Individuen nicht mehr gehört wird. "Die Fähigkeit der Wahrnehmung hoher und scharfer Tone erreicht also bei übrigens gut hörenden Menschen ungleich frühe ihre Grenze, woran WOLLASTON den Schlus knorft. dass manche Insecten, welche sich durch die Hervorbringung sehr hoher Tone auszeichnen, z. B. die Grillen, Schnaken u. a. vielleicht diese und noch ungleich höhere Tone wahrzunehmen vermögen, gegen welche das Gehör der Menschen überhaupt unempfindlich ist, dagegen aber die dem menschlichen Ohre leicht wahrnehmbaren tieferen Tone überall vielleicht nicht horen 2. Auffallender ist die Erzählung von F. HOFFMANN 3, nach welchem ein Mensch bei völliger Taubheit blols den Schall des Kuhhorns wahrnahm, wenn diese unglaubliche Nachricht anders gegründet ist. ROSENTHAL & kannte einen Virtuosen auf der Geige, welcher jeden falschen Ton im Orchester genau unterscheiden konnte, die Worte eines Redenden aber nur bei verstarkter

¹ Phil. Trans. 1820. pt 306. Edinb. Phil. Journ. VII. 158.

² Wrgl. Schall. TW ; To be a few and the

⁵ Kautten u. Leutin über d. schwere Gehör. Herausgeg. von Nicaeus. 8. 2.

⁴ Himly's Archiv für med. Erfahrung. Jahrg. 1820. Jali 8.18.

Stimme, welches mit WOLLASTON'S 1 Erfahrungen über die Unempfindlichkeit gegen dumpfere Tone als Polge einer Verdünnung der Luft in der Paukenhöhle übereinstimmt, indem diese letztere in dem erwähnten Falle vermuthlich durch Veratopfung der Eustachischen Röhre herbeigeführt war. TREVIRARUS 2 erwähnt ein ihm bekanntes Frauenzimmer, welches fertige Clavierspielerin war und viel musikalisches Gehör hatte, sich beim Reden aber nur vermittelst eines Hörrohrs unterhalten konnte. Rupoliffit andet die Ursache dieser Erscheinung darin, dass die Tone der Instrumente viel einfacher als die der menschlichen Stimme sind, wogegen man allenfalts einwenden konnte, dass das Howohr die Tone nicht einsacher macht, sondern blefs verstärkt. Inzwischen bleibt auf allen Fall ausgemucht, dass das Verstehen der Worte eines Redenden ein weit mehr zusammengesetzter Process ist, als das einfache Hören der Tone eines Instrumentes, nur begreift man nicht sogleich, wie das Hörrohr hierbei Hülfe gewähren konnte; da les durch sein Breusen den Schall meistens noch verwickelter macht. ITTABD * kannte Personen, welche an der Unterhaltung nicht Theil nahmen, aber Musik liebten und im Orchester mitspielten, dagegen andere, denen Musik und Gesprach nur sin verworrenes Getöse schien, ebgleich sie einzelne, selbst leise Tone sehr gut wahrnahmen. Ungleich häufiger als diese erwähnten seltenen Ausnahmen sind Beispiele von Menschen. welche die Höhe und Tiefe der Tone nicht unterscheiden. daher falsch singen und spielen und ungleich hohe Tone verwechseln, wie unter andern J. A. H. REIMARUS dieses von sich selbst erzählt . . Ueberhaupt findet man eine genaue und scharfe Unterscheidung der Tone nur bei der geringeren Zahl der Menschen, und in der Regel wird eine Fertigkeit hierin nicht leicht ohne anhaltende Uebung und Anstrengung erworben.

Eine sonderbare und seltene Anomalie des Horens ist die sogenannte paracusis Willisiana, wenn sehr schwerhörige

^{1.} a. 4. Q. "

² Biol. VI. 323.

³ Physiol. II. 152:

⁴ a. a. O. S. 207.

⁵ J. A. H. Reimarus Ann. sur H. S. Reimarus Allgemeine Betrachtungen über d. Triebe d. Thiere. 4te Aufl. Hamb. 1798. S. 257.

Personen Tone von mittlerer Stärke nur varmittelst eines glei zeitigen starken Geräusches von Trommeln, Glocken u. s. wahrzunehmen vermögen. Willis 1 hat zuerst zwei Beisp dieser Art beschrieben. das eine von einer Frau, welche dam sich unterhalten konnte, wenn eine Trommel neben 'geschlagen wurde, wozu-sie sich desswegen, um ihre Gesch selbst zu besorgen, eine Magd hielt; das andere von ei Manne, welcher bloss während des Geläufes der Glocken be HOLDER ? erzählt zwei ähnliche Fälle von einem Manne. cher nur neben dem Getöse einer Trommel hörte, und von nem andern, welcher in einem rasselnden Wagen, fahrend am leichtesten unterhalten konnte. Eben so erzählt Bagman von einer Dame, welche in einem Wagen sahrend oder be Geräusche mehrerer Instrumente am besten hörte, und Finlin -von einem 13 jährigen Schuhmacherknaben, welcher nur da genau reden hörre, wenn des Sohlleder auf dem Steine mit nem Hammer geschlagen wurde. Die Ursache dieser auffalle den Erscheinung liegt wohl ohne Zweisel in der vermindert Reizbarkeit der Nerven, welche die Anspannung des Hamme bewirken, um die Gehörknöckelchen in die zur Wahrnehmus des Schalles erforderlighe Lage; zu bringen. Ist letzteres dans einmal durch einen stärkeren Reiz geschehen, so werden alle Tone mit größerer Leichtigkeit wahrgenommen 5.

Endlich giebt es Fälle, in denen der Gehörnerv nur für gewisse Töne empfänglich, übrigens aber unthätig ist, wie dieses unter andern aus den am 19ten Febr. 1802 in der Schule der Taubstummen zu Paris angestellten Beobachtungen 6 hervorgeht, indem einige der Taubstummen an den scharfen Tönen einer mit dem Bogen gestrichenen Glasplatte, andere an denen einer sogenannten Stahlharmonica auffallendes Behagen zeigten Uebrigens sind völlig taube Personen nicht selten in der Gegend der Herzgrube empfändlich gegen starkes Geräusch 7, auch ist

¹ De anima Brutorum Lugd. 1676. 4. p. 99.

² Phil. Trans. 1668. T. II. 665.

³ Diss. de effectibus Musices in hominem. Erlang. 1792. 8.

⁴ Richter chirurg. Bibl. IX. 555.

⁵ Vrgl. K. T. Menne zu Trampel a. a. O. p. 111.

⁶ S. Moniteur.

⁷ Bouviers Drs. Montreas; Mem. sur les Sourds. Muets de naissance. Par, an VIII.

ein Fall genügend constatirt von einer Frau, welche bei völliger Taubheit sich mit einer Magd im Dunkeln recht gut unterhalten konnte, und alles verstand, was diese sprach, wenn sie ihr die Hand auf die Brust legte 1.

Ein sehr hestiger Schall, z. B. beim Abseuern des groben Geschützes, psiegt die Empsindlichkeit des Hörens nicht bloss zu schwächen, sondern selbst den Gebrauch dieses Sinnes auf kürzere oder längere Zeit gänzlich aufzuheben. Ob die Ursache hiervon in einer Abstumpfung der Nerven durch den zu hestigen Reiz liege, oder in einem zu starken mechanischen Drucke, etwa der Gehörknöchelchen gegen die Feuchtigkeit des ovalen Fensters, oder in einer sonstigen Veränderung des Gehörapparates, hierüber wage ich für jetzt nicht zu entscheiden, auch scheint es mir überslüssig, die hierüber ausgestellten wenigen Hypothesen weiter zu erwähnen.

Man unterscheidet die schallenden Gegenstände durch die Individualität des Tones (den Klang), welchen sie hervorbringen, in welcher Hinsicht das Urtheil im Allgemeinen sehr genau und richtig, und bei vorzüglicher Uebung selten trügend ist. Weit weniger ist dieses der Fall bei der Bestimmung des Orts und der Entfernung schallender Körper, und die mannigsaltigen Täuschungen durch diesen Sinn sind so viel auffallender, je mehr man die durch ihn gewährte Genauigkeit der Bestimmungen mit denen vergleicht, welche der Sinn des Gesichts gewährt, ja man darf im Allgemeinen fast sagen, dass es kaum möglich ist, aus dem gehörten Schalle den Ort und die Entfernung des schallenden Körpers zu bestimmen. Rücksichtlich der Entfernung findet nicht wohl eine genaue Messung statt, weil es keinen physikalischen Grund giebt, worauf sich ein Urtheil bauen ließe, indem der einzig denkbare, nämlich die Stärke des Schalles, wegen vielfacher Nebenbedingungen keinen festen Gesetzen unterworfen ist. Bloss die menschliche Stimme beim Reden, insbesondere wenn dieses von bekannten Personen und in der Nähe geschieht, kann mit großer Genauigkeit rücksichtlich des Ortes und der Entsernung bestimmt werden, und ab-'sichtliche Schwächung und Verstärkung des Tones bei den Bauchrednern erzeugt daher die Vorstellung einer größeren oder

¹ Princeten vieljährige Erfahrungen über die Gehörfehler der Taubstummen. Kiel 1802. S. 32.

geringeren Entfernung der vermeintlich redenden fremden Person, worauf eine Hauptbedingung der Täuschung beruhet. Auch die Bestimmung des Ortes, wo der schallende Körper sich befindet, ist sehr schwer, und vielen Täuschungen unterworfen, welche nicht allezeit auffallen, weil man vielfach die schallenden Gegenetände dahin setzt und nach dem Schalle da zu erkennen glaubt, wo man ohnehin weils, dass sie sich befinden. Als physikalischer Grund dient hierbei die Stärke oder gleichsam die Schärfe der Schallwellen, denn obgleich man annimmt, und in vielen Fällen mit Recht, dass die Schallwellen sich vom schallenden Körper aus nach allen Seiten hin mit gleicher Stärke ausbreiten, so haben doch die neuesten Versuche von WEBER 1 geseigt, dals sie unter Umständen nach gewissen Richtungen hin ungleich schärfer sind, als nach andern, und namentlich sind sie kenntlich stärker von einem Redenden, wenn er dem Hörenden zugewandt, als wenn er von ihm abgewendt ist, weil im ersteren Falle die zwischen beiden besindliche, den Schall fortleitende Luftsäule in der Oberfläche des Gesichts einen den Schall veratärkenden Widerstand findet. So erzählt Dinknor? ein Beispiel von einem Blinden, welcher im Zanke mit seinem Bruder diesem einen ergriffenen Gegenstand an den Kopf warf. Zugleich liegt aber eine Ursache zu vielfachen Täuschungen darin, dass man den schallenden Gegenstand dahin setzt, woher die stärksten Schallwellen zum Ohre gelangen. So wird men in Zimmern den Schall am vollkommensten durch offene Fenster oder Thuren hören, und daher leicht geneigt seyn, den tonenden Korper in diejenige Richtung zu setzen, von welcher her die stärksten Schallwellen zum Ohre gelangen. Beweise hierfür mitzutheilen, ware überstüssig, da einem jeden die Erfahrung gewise Fälle genug angiebt, in denen mehrere Personen in dem nämlichen Zimmer einem schallenden Gegenstande durchaus verschiedene Oerter anwiesen.

Ein sehr wirksames Mittel zur Bestimmung des Ortes schallender Kürper, wenn der Schall, ohne Unterbrechung durch feste Gegenstände, in gerader Richtung zum Ohre gelangt, liegt im gleichzeitigen Gebrauche beider Ohren. Nach den Versu-

¹ Vrgl. Schall; Fortaflanzung durch d. Luft.

² Zeune's Belisar. Berl. 1822. S. 15.

when VERTURA's 1 kann man bei verbundenen Augen und ohne den Kopfe zu bertregen mit beiden Ohren nicht unterscheiden. eb der Schall von vorn oder von hinten kommt. Diese Behauptung steht indels im Widerspruche mit den unzweiselhaft richrigen Beobechtungen Kanunn's 2, wenach man dieses allerdings unterscheiden kann, nicht aber, wie dieser zugleich behauptet, weegen einer Fortleitung des Schalles durch die Knochen des Schädels, sondern nach TREVIRAMUS 3 wegen des ungleichen Auffangens der Schalkwellen durch das äußere Ohr. Beim Drehen des Kopfes wirkt der Schall auf das eine Ohr stärker als auf ches andeze, und es läfst sich hiernach seine Richtung bestimmen, Est das eine Ohr verstopft, so scheint der schullende Gegenstand stets dem offenen Ohre gegenüber zu. sayn, so lange der Kopf ruhet; wenn dieser aber bewegt, wird,: so erscheint der Schall so viel stärker, je mehr die gerade. Richtung desselben auf das Ohr normal ist, worant dama eine Bestimmung seines Outes gegründet werden kann. Befindet sich der schallende Körper an der rechten Seite eines Menschan, welcher ihn mit beiden: Ohren und verbandenen Angen hört, und dieser verstopft allmälig das rechte Ohr, so wandert der Schall in einem Halbkreise um den Hinterkopf, nie um die Swirn, nach der linken Seite 4, welches Theviranus o von der Lage der Gehörwerkzeuge mehr nach dem Minterkopfe als nach der Stirn hip ableitet. allem diesen ist es leicht zu erklären, dals so manche Ohrentäuschungen, namentlich der Bauchredner, der redenden Köpfe, der sogenannten unsichtbaren Frau (invisible girl) u. a. so leicht möglich sind .:

Außer den eigentlichen Krankheiten des Ohrs giebt es auch krankhafte Affectionen des Hörens. Dahin kann gerechnet werden nicht sowohl das schon erwähnte Unvermögen, die hohen Töne wahrzunehmen oder die verschiedenen Töne überhaupt zu unterscheiden, welches eigentlicher für eine Schwäche des Gehörvermögens zu halten ist, als vielmehr die vorüberge-

¹ Voigt's Mag. II. St. 1. S. 1.

² Reil's u. Autenrieth's Archiv. IX. 361.

³ Biologie, VI. 337.

⁴ Kenken a., a. O.

⁵ Biologie a. a. O.

⁶ Vrgl. Schall.

henden krankhaften Zustände des Ohres, in denen nach Ir-TARD's 1 Berichte hohe Tone einen undentlichen und verworrenen, oder auch einen unerträglich widerlichen Bindruck hervorbringen. Zuweilen leidet nur das eine Ohr an diesem Fehler, und der Patient hört nach Verstopfung desselben wieder richtig. Zwei Beispiele von Boppelthoren, welche Sauvage erwähnt, wobei in einem Falle zugleich der Ton selbst und auch dessen Octave gehört wurde, mehrt ITTARD 2 mit einem dritten, wobei jedes Ohr einen verschieden hohen Ton beim Reden hörte. Vom Falschlaßren giebt es dagegen viele Beispiele, indem bei den verschiedenen Leiden der Gehörwerkzeuge sehr leicht ein Singen oder Summen, ein Pfeisen, Brausen u. s. w. sowohl periodisch, als auch anhaltend wahrgenommen wird, ohne Zweifel in Folge einer krankhaften Affection des Nervenspparats, sur großen und höchst unangenehmen, durch längere Dauer wenig oder gar nicht verminderten Beschwerde der Leidenden 3. Interessanter sind die sehr seltenen Fälle der Gehörphantasieen, woven Honaz 4 das , Beispiel eines Mannes anführt, welcher im leeren Theater die Tragodie zu horen glaubte. Mehrere ähnliche Fälle erwähnt Kortum 5; aber wenn das Ohrentonen überhaupt nur eine Folge der Phantasie, und nicht durch Krankheiten des Gehörsinnes herbeigeführt ist, so zeigt es in diesen, zum Glück seltenen Fällen allezeit Geisteszerrüttung an &

Abgesehen von dem Eindrucke, welchen die Verbindung mehrerer Tone, oder die Harmonie auf die Menschen macht, eine Untersuchung, welche in das Gebiet der Aesthetik gehört, wirken auch einzelne Laute oder Arten von Geränsch unangenehm auf gewisse Individuen, und in Zuständen allgemeiner Nervenaffectionen oder bei sehr reizbaren Personen oft bis zur Erregung krampfhafter Erscheinungen, einzelne Beispiele von

¹ a. a. O. 8. 200.

² a. a. O. S. 202.

⁸ ITTARD a. a. O. S. 185.

⁴ Epist. II. 2. 128.

⁵ Beiträge sur praktischen Arsneiwissenschaft, Gött. 1796. 8. S. 272.

⁶ ITTARD. S. 189.

Edinsynkrasieen nicht gerechhet, welche in das Gahiet der Meidieine gehören, und hier nicht weiter erörtert werden können. M.

Geist.

Spiritus; esprit; spirit. Hieranter verstanden die älteren Chemiker flüchtigere, durch Destilliren gewisser Körpet zut erhaltende, meistens tropfbar flüssige Materien, welche theils eine saure Natur haben, wie Vitriolgeist, Salzgeist, Salpetergeist, Essiggeist, Ameisengeist, theils eine alkalische, wie Salmiakgeist, Hirschhorngeist, Harngeist, theils au den brennbarern organischen Verbindungen gehören, wie Weingeist, verzüßter Salzgeist, Verzüßter Salpetergeist, Terpenthingeist u. a.

Geographie.

Brdbeschreibung; Geographia; Géographie; Geography.

Der Name Erdbeschreibung drückt sehr gnt aus, was diese Wissenschaft zu leisten bestimmt ist, sie soll uns nämlich über alles, was die Erde, den Planeten welchen wir bewohnen, betrifft, belehren. Die Geographie wird in die mathematische, physischa und politische eingetheilt. Die letztere, welche bloß von dem handelt, was durch menschliche Einrichtungen hervorgegangen ist, von den verschiedenen Völkern, von den Grenzen ihrer Wohnplätze, und den Gebieten verschiedener Fürsten, von der Lege der Städte u. s. w., gehört nicht wester in unsre, bloß die Naturkunde betreffende, Betrachtung.

Die mathematische Erdbeschreibung handelt von der Gestalt, Größe und Lage der Erde im Weltraume. Sie schließt aich an die Astronomie an, indem sie zeigt, warum wir die Erde als einen um die Sonne laufenden Planeten anzusehen haben, und wie wir ihre Lage im Sonnensysteme, die Größe ihrer Bahn v. s. w. bestimmen. Sie lehrt ferner die Gestalt und Größe der Erde kennen, und zeigt uns, daß die Ausmessungen der Erde, so wie die Bestimmung der in verschiedenen Puncten ihrer Oberfläche wirkende Schwerkraft, die Erde als sphäroidisch kennen gelehrt haben. Die Bestimmung der Lage jedes Ortes auf der

Eitle nach geitschehlicher Länge und Breite ist ihr Geschäft; wied indem sie die Liegerder Erdaxe gegen die Ebene ihrer Behn bestimmt, setzt sie uns in Stand, die Abwechselung der längern oder kürzern Tage an jedem Orte, die Verschiedenheiten in der Erscheinung des Aufgangs und Untergangs der Gestime zu bestimmten, und die dästift in Verbindung stehende Verschiedenheit der Jahrszeiten zu erkläsen. Endlich gehört zur mathematischen Geographie auch noch die Theorie der Landsharten oder der Durstellung der Erd - Obersteiche in Zeichnungen. Alle diese Gegenstände sind theile unter besondern Titeln, theile im Art. Erde umständlich abgehandelt.

Die physische Erdbeschreibung hat den Zweck, uns mit der natürlichen Beschaffenheit der Erde bekannt zu machen, und die Erscheinungen, welche sich uns auf ihren Ländern und Meeren darbieten, zu erklaren. Die Frage, wie diejenige Ausbildung der Erd -Obergäche entstanden sey, die uns jetzt Berge und Thäler, feste Länder und Meere darbietet, gehört in das Cebret der physischen Erdbeschreibung, und wird auch wohl unter dem eigenen Namen der Geogenie oder Geologie abgehandelt, indess ist dieser Gegenstand so sehr in Dunkel gehüllt, dals die Hypothesen über die Bildung der Länder, die Zeit und Art, wie die verschiedenen Gebirgs-Arten entstanden sind, wohl immer sehr unsicher bleiben werden, wenn gleich zahlreiche Beweise einer höchst wesentlich von dem jetzigen Zustande abweichenden Beschaffenheit der Erde in früherer Zeit vorhanden sind, und namentlich das Hervorgehen eines großen Theils unsrer festen Länder aus dem Meere gans offenbar ist. weniger Belehrung als über die Ausbildung der jetzigen Erd-Oberfläche dürfen wir wohl über die Nafur des Innern der Erde hoffen, indels konnen wir die mittlere Dichtigkeit der Erde bestimmen, und wenigstens über das Innere der Erde einige allgemeine Schlisse ziehen, und diese Bestimmingen, so weit sie zu erhalten sind, gehören zur physischen Erdbeschreibung. Hauptgegenstand derselben aber macht die genane Beschreibung des jetzigen Zustandes der Oberstäche der Erde aus; und die Erklärung der Phanomene, welche sich uns, als die ganze Erde oder große, Theile ihrer Oberfläche angehend; seigen. Die festen Länder und Inseln, das Meer und die Atmosphäre bieten uns zahlreiche Erscheinungen dar, deren Aufklärung wir von der physischen Geographie fordern. Sie muss uns die Lage der

Länder, die Bergketten, die sich in ihnen finden, die Flusse und Flusgebiete beschreiben, die Höhe der Berge, die Höhe und Beschaffenheit der ausgedehnten Ebenen angeben, sie muls uns die Naturmerkwiirdigkeiten der einzelnen Länder, die Gloter scher und Lavinen der Schweitz, die Höhlen und die merkwürdigen Felsenbildungen Schottlands, die Wasserfalle, die heißen Quellen und Springbrumen z. B. Islands, die Vulcene, die hohen Gebirgsmassen der Andes und des Himlaja, die Sandwüsten Africas, die Steppen Asiens u. s. w. kennen lehren. Aber nicht blos diese Beschreibung fordern wir von ihr, son-'dern selbst die innere Bildung der Gebirge, die Lagerung der Gebirgsarten, die Gesetze, nach welchen diese angeordnet sind, soll sie uns angeben. Die Natur-Erscheinungen der feuerspeienden Berge, der Erdbeben, das Entstehen der durch Temperatur oder Bestendtheile ausgeseichneten Quellen sell sie erklären und, wo möglich, von der Ursache jedes einzelnen Phänomens Auskunft geben,

Eben so mannigfaltige Gegenstände bietet das Meer der physischen Erdbeschreibung der. Die Tiefe desselben und die Ungleichheiten seiner Tiefe, der Salzgehalt und die Temperatundes Meerwassers, die Meerwassers und ihre Entstehung, die Ebbe und Fluth, und die Erklärung der Ungleichheiten, welche diese in verschiedenen Gegenden darbieten, die Entstehung des Eises in den Polargegenden und die merkwürdigen Mannigfaltigkeiten, welche sich dabei zeigen, sind alles hieher gehörige Gegenstände.

Auch die Meteorologie, die nichts anders als eine Belehrung über die Erscheinungen in der Atmosphäre enthält, gehört zur physischen Geographie. Die Bestimmung der mittleren Wärme jeder Gegend, die Frage, wie diese von der geographischen Breite, von der Höhe des Ortes über dem Meere, und von mehrern Umständen abhänge, wie sich darnach die Linie gleicher Wärme, (Isothermlinie) bestimmen, wie diese Verschiedenheit des Klimas das Wachsen gewisser Pflanzen begünstige oder hindre, und so durch die Natur selbst eine Grenze des Baumwuchses u. s. w. bestimmt sey; die Frage, in welcher Höhe sich in irgend einer Gegend zu allen Jahrszeiten Schneefindet, (die Schneelinie); die Frage nach der Abbahme der Wärme in der Höhe, nach den Ungleichheiten der Sommerwärzme und Winterkälte in verschiedenen Gegenden, gehören hier-

her und machen einen eignen Zweig der physischen Erdbeschreibung, die Klimatologie aus. Ebenso sollten aus der Meteorologie besonders die Fragen als hieher gehörig angesehen werden, welche sich an die geographische Lage der Orte anschlie-Isen: warum die Aenderungen des Barometerstandes in der heissen Zone geringer sind als in den gemässigten und kalten Zonen, warum es gewisse Gegenden giebt, die einen stärkern Wechsel des Luftdruckes zeigen, als andre, die in gleichen Breiten liegen, warum gewisse Meere durch furchtbare Orcane ausgezeichnet sind: Auch die Angabe der Ursache, warum periodische Winde in gewissen Districten herrschen, warum periodi-/ sche Regen gewissen Gegenden eigen sind, warum einige Gegenden durch häufig wiederkehrende Regen fruchtbar gemacht werden, während andre durch unaufhörliche Dürre fast ganz unbewohnbar sind, warum die Regenzeiten auf eine bestimmte Weise von der Jahrszeit abhängen und die Beantwortung zahlreicher andrer Fragen, gehört hieher.

Ein eben so wichtiger Gegenstand ist die magnetische Beschaffenheit der Erde, die Bestimmung ihrer magnetischen Pole, der Linien gleicher Abweichung, gleicher Neigung, gleicher magnetischer Kraft; die sich daran anschließende Untersuchung über die Nordlichter u. s. w.

Die Kenntniss der Erde hat sich sehr langsam ausgebildet. Was den theoretischen Theil der Geographie betrifft, so konnten Untersuchungen über die Gestalt und Große der Erde nicht eher statt finden, bis Mathematik und Astronomie hinreichend ausgebildet waren, und an die Fortschritte dieser hat sich auch eine Ausbildung der mathematischen Geographie sogleich angeschlossen. Schon Anaximander soll (540 J. vor Chr.) Charten von den bekannten Ländern zu zeichnen versucht haben. Ena-TOSTHENES hat (250 J. vor Chr.) die Große der Erde zu bestimmen gesucht, und Anistoteles hatte schon hundert Jahre früher gelehrt, dass die Erde rund sey. Eine recht gute Kenntniss der mathematischen Geographie finden wir bei PTOLEMARUS. Dieser nihmt besonders HIPPARGH als denjenigen, der für manche Orte schon regelmäßige Bestimmungen der Polhöhe angegeben habe, und hatte von MARINUS aus Tyrus zahlreiche Ortsbestimmungen vor sich, die er jedoch zum Theil berichtigen zu müssen glaubte. Prolemanus (150 nach Chr.) zeigt, dass er die Bestimmung der Lage der Orte durch astronomische Hülfsmittel kannte, giebt eine branchbare Anklitung som Dorstellen der Länder in Charten auf eine der Kugelform der Erde angemessene VVeise, und weiß die Klimate richtig anzugeben, nämlich die Gegenden der Erde zu bestimmen, wo die Eingsten und kärzeaten Tage eine bestimmte Länge haben u. s. w. ¹.

Die spätere genauere Untersuchung; über die Gestalt und Größe übergehe ich hier, da der Art. Erde schon alles Wichtige enthält.

Die physische Erdbeschreibung zog zwar auch in den altesten Zeiten die Ausmerksamkeit der Reisendem und der Natur--forscher auf sich; aber bei der überhaupt höchst mangelhaften -Kenntniß der Natur konnte man keine große Fortschritte im derselben machen, hesonders da unvolkommen beobachtete Erseheinungen und das Wiedererzählen von unbegründeten, ofe fabelhaften. Nachzichten in vielen Fällen gänzlich irre leiten mußten. Indels haben Arrardretza, Strabo, Streca und hanptsätht lich Privius doch schon manchen schönen Beitrag zur Kennt--rills der Naturbeschaffenheit der Länder geliefert. Die spätern Reisenden haben nach und nach zwar immer neue Beiträge hinzugefligt, aber oft auch, vielleicht durch Vorliebe für das Wunderbase getrieben, manche fabelhafte oder dech ider Wahrheit -micht genan entsprechende Erzählung mitgetheilt, und datlum zu irrigen Vorstellungen Anlass gegeben. Erst in neuern Zeiten hat man angefangen, bei den Reisen in entfernte, nud selten besuchte Gegenden auf bestimmte physikalische Gegenstände sein Augenmerk zu richten. Die Reisenden, die sich auf diese ·Weise und die physische Erdbeschreibung verdient gemacht haben, alle zu nennen, würde eine schwierige Aufgabe seyn; aber einige solche Reisen, die neben der Vermehrung der Länderkunde auch diesen Zweck hatten, muse ich doch erwähnen. Die Reisen des Condamine und Bouguen nach Peru; des Maurentruis nach Leppland haben aufser der Keantmis der Gestalt der Erde auch noch manche andere Gegenstände der physischen Erdbeachreibung aufgeklärt. Die frühern Reisen in die needlichen Gegenden haben zur Kenntnils des Endmagnetismus ashr wichtige Bels arage geliefert, und Halley's Reisen waren ausdnicklich diesem Zwecke und ähnlichen Untersuchungen gewidmet. Bei der Rinse

¹ In seiner Geographie, wo er auch für einzelne Orts diese Bestimmung mittheilt.

Nienuna's und seiner Begleiter nach Aegypten und Arabien (1770) war die Untersuchung der natürliehen Beschaftenheit dieser Länder ein Hauptsweck. Gung hatte auf seinen Reisen um die, Welt ausdrücklich zu diesem. Zwecke Naturforscher zu Begleitern, und bei allen spatern größern See-Expeditionen hat man in den Instructionen, die man den Befehlshabern mitgab, and diesen Zweek gesehen, und Kneisensbenn, Frinners, Sco-RESBY, PARRY, HALL, FREYCINET und andre haben sich wesentliche Verdienste in dieser Hinsicht erworben. Von Hun-BOLDT's Reise in America war vorzüglich diesem Zwecke gewidmet, und hat bekanntlich unsere Kenntnisse auf eine ausgezeichnete Weise bereichert. Den von den Engländern veranstalteteil Untersdohungen verdenken wir die Kenntnils der hochelen, bie dahin unbekannten, Berge auf der Erde; die Entdele kungsreise der Engländer in Nordamerica, der Russen im nordlichen Asien, die Entdeckungsreisen in das Innere Africa's, haben ems: über zahlreiche Gegenstände richtigere Kenntnisse verschafft, and gehr vielen: einzelnen Reisenden verdanken wir mannigfaltige Vermehrung unsrer physikalischen Monatnisse.

Die Länderkunde machte ebenfalls in den frühern Zeiten Imagame Fortscheitte. Theils waren die Raisen bei einer grosen Unvolkommenheit der Schifffahrt, und bei den fast untibersteiglichen Hindernissen, welche ganzlich unwegsame Gegenden und wilde, jedem: Freinden seindlich gesinnte Menschen den Weisenden entgegengestellteng hochst mühsen und geführlich, theils komiten, che so viele nitier liegende Bedürfnisse befriedigt waren, wissenschaftliche Untersuchungen nicht das Ziel der menschlichen Bemühungen werden; theils gingen die wirklich angestellten Untersuchungen einzelner Reseonden aus Mangel zu Mittheiking verloren und die Entdeckungen des vinen kennten nicht genug mit denen des andern verglichen, durch diese etganzt und berichtigt werden theils sind auch die wirklich gemachten und in jener Zeit allgemeiner bekannt gewierdeut Britischungen nur unvollkommen auf uns gekommen, und manche Entdeckung mag um ganz unbekennt seyme

Tim Unter den une bekannten Völkern haben die Phönierer zuerst eintferntere Weltgedenden kennen gelernt. Doch scheinen bis zur Erbauung Carthago's (900 vor Chr.) nur das Schwarze Meer, Griechtenlend und die Küsten des Mittelländischen Meers ihnen bekannt gewesen zu seyn. Die Reise des Himilco (550 vor Chr.) wird

als the erate Butdockunghreise in die mitfellichen Gegenden angegebeli 4, und die derok den agyptischen Keinig Nuesto 6670 me Chr.) vieranstaltete Beschiffung der Kristen Africa's scheint sunrat die Konstnife der Erde sidwärts erweitert zu haben. Die Konntemifs der Küsten Africa's wirden (etwa um 500) durch Hannels Reise 2 vervollständigt. - Ob die Phonicier auch damals schon Eingleind kauntengisstwicht ganz gewißer is am in eine nie -2: Dien geographischen Kentthisse der Griechen waren in der frühesten Zeit auf die nächsten Gegenden beschränkt, der Argemanufinzing (1300 v. Chr.) machte ihnen einen Theil des Schwarsen Metres bekannta: indefe felilen was zus jester Zeit vollstäutdige Nachrichten, um die Grenzen ihraz Keintnisse genau zu beunhailen. / Hanonor (450) bessis subbarriel vollständigere Der Feldnug des Danrud gegen die Scythen hatte Kenzimise. die sehr genne Kenntpils der Kusten des Schwargen Meers und den: analich: daren grennenden: Gegentlen! ann Folge, die wir

bei Headdor finden.

"I Dieser könnte Persien sehr genan, er kannte Aegypten, woselheiter sich sine Zeitlang enshielt, und wanvon menshen Gegenden Indiens und den Bewohnen dasselhen unterrichtet; oben seiner ihm die Nordküste Africa's und ein Theil, der westlichen Küster bekannt, inder weniger gut! Lapasterer die Nordenist des Mittelländischen Meeres. Das Zinnlend und Bernsteinland war su seiner Zeit entdeckte inder Handutris Kastttnis davon mit scheint ale sehr untvellkommen. Sexuan (400 von Cha) kennt stwae mahr von den nordlichen Küsten das Mittelländischen Meeres aber außerbalb desselben und auch seine Konntnisse untbedentend.

Pringes Entilective gereisen 3 scheinen die demeligen Konntiniese sehr nrweitert zu abbens der beauchte die Nordkiesen Gollifeen, das schon ale Zinnland früher unvollkommen bekannte England mund ein sehr nörtlichliegen des Thule, wo die Sonne am längsten Tage nicht untreinen. Die spätern Schrifteteller führen ihn oft an, und nur durch sie kennen wir seine Entdeckungen.

¹ Bruchstücke davon sind mitgetheilt von Rufus Festus Avienus, ora maritima.

^{📜 🙎 ;} Caographiae vet. scriptores minores ell. Muiscu. Tem.,; I 🥸

^{... &}amp; /Um die Zeis Alemander's des Großen bier mit Continue in

^{. 4.} Vorzüglich aus Synanu, der sich oft auf län bezieht: 11 7 die

Durch Arixumbeil's Siegb wurden die geolgsaplischen Kainstnisse der Griechen sehr esweitert, inden ein größer Theile des mittleren Asiensowah welbst ein Theil Indians: ihnen bekannt wurde . Diese Kemmisse wurden durch die spätere Kriege in Brotrien, durch Mruasverner, der von Brozucus Nacia wan mach Indien gesandt wurde, und durch den unter den Ptolesmisern angeknüpften Sechandel mit: Indienseweitert, und enstrepkten sich bis an den Ganges, auf den Küsten der Halbinsel diesestis des Ganges, und bis Ceylon.

BEATOSTRENES (260 vor Chr.) samufalte kurz nach dieser Zeit die vorhandenen geographischen Nathrichten, und suchte jedem Volke und jedem bekannten Groeseinen richtigen Plets unzuweisen. Straue hatzun eendem, jetztnichtenehr verliandenen Worke geschöpft. By hat die löstlichen Gegenden Afzicals. bit kum Ursprunge des Tills gekannt, dagegemaker des Soltwens Meer unrichtigt beschrieben, had es weniger geb als Hene nos gekannt.

..... Wie die Broberingen und die Kriege der Ramer zur Erweiterung der Landerkunde beitragen, witt ans der Geschichte choses: Volkes behannt dire Kriege and Carthagu, c(der zweite 240 v. Chr.) (der dritte 145 v. Chr.) die tahells in Spanien, theils an Africa geführt wurden; lehrten sie diese Islander konneur, die Kriege in Numidien (120 wiChn), Chrsan's Besiegung der Gallier und seine Siege in Britannien (50 w. Othi) und ebenso die in Asien, und andern Gegenden geführten Kriege erweitertes solir ihre Kenntnissel Nicht blofs Spanien, Gallien, Britannien, Italien und die Gegenden an der Donaug welche den Romern unterworfen waren, nicht blofs das zum Römischen Reiche gelitteende Nordafrica und Aegypten, sa; wie Kleinasien, Syrien, kannte man genau, sondern auck won Deutschland, den Gerenden an der Weichsel, vom konern Africa's und den entlegeneron asiatischen Ländern war kurz nach dem Anfange unsetet Zeitrechnung den Romers manche richtige end genaue Kunde เมือน เดิม เดิมเดิม สมาเด็ม

¹ Accureu lates. erafágeus Aletárdeou Bifl. 5.
Rennel's memoires of a Mapof Hindostan.

^{2 !}RETERL's System der Geographie: Herodot's; Gossules über die Kenntnife der Alten v. d. Westküste und | Ostküste Africk's: | Viterr über den Handelsverkehr den Alten mit Indien; mit Aum., v. Breden.

zugekommen 4. STRABO 2 (zur Zeit der Geb. Chr.) hat uns ausführlich von den damaligen geographischen Kenntnissen unterrichtet, und PLIEIUS 3 nebst SENECA 4, so wie die Geschichtschreiber geben reiche Beiträge dazu: Prolemanus 5 (150 Jahre nach Chr.) hat sich insbesondere durch eine Sammlung aller zu erhaltenden Ortsbestimmungen verdient gemacht, und seine aus Reiseberichten abgeleiteten Längen - und Breiten - Angaben, die freilich in den entfernten Gegenden oft erheblich von der Wahrheit abweichen, zeigen uns doch den Umfang der damaligen Länderkunde. Um nur ungefähr die Grenzen seiner Länderkunde zu bezeichnen, ist es genug anzuführen, dass selbst aus Irland einzelne Flüsse', Vorgebirge und Orte angegeben und ihrer gegenseitigen Lage nach bestimmt werden, dass er selbst vom innern und nördlichen Deutschland, von den Gegenden um die Weichsel und noch östlichern Gegenden Nachrichten besals, dals in Africa das innere Libyen und Aethiopien vorkommen, und dass er zahlreiche Ortsbestimmungen aus Indien diesseits und jenseits des Ganges anführt 6.

Selbst in der Zeit, wo die Wissenschaften sonst wenig ausgebildet wurden, kurz vor und kurz nach dem Untergange des abendländischen Reichs ist die Geographie doch nicht ganz vernschlässigt worden, wie des Jornandes (352 nach Chr) 7 und Guido von Ravenna (im 6. Jahrh.) Schriften zeigen. Auch die tabula Peutingeriana scheint unter Theodorich aus einer altern Charte entworfen zu seyn.

Die späteren Entdeckungen lassen sich nun wohl am besten

¹ Vermuthlich großentheils durch Kausseute, die sich sogar in Deutschland wohnhaft niederließen. Tac. Ann. II. 62.

² Strabonis Geographiae libri XVII. ed. Siebenkees - Tschucke; vergl. Heeren de fontibus geographicorum Strabonis,

³ Plin. historia naturalis. ex recens. Francii.

^{4 .}Senecae quaest. natur. ed. Ruhkopf.

⁵ Ptol. Geographia, beste Ausgabe in dem Theatro Geogr, v. Benius. Ueber die von ihm benutzten Quellen u. s. w. vergl. Krusr Archiv für alte Geogr. II. 79.

⁶ MANNERT's Geographie der Griechen und Römer, 8 Bande.

UCERAT Gengraphie d. Griechen und Römer. Kabse's Archiv. für alte Geographie.

⁷ De rebus Geticis.

⁸ Anonymi Ravennatis de Geographia libri. V. Paris. 1688. \ IV. Bd. Iiii

übersehen, indem wir die einzelnen Gegenden durchgehn, welche sie betreffen. Das den Alten fast genzlich unbekannte nördlichste Europa ward durch die Seefahrten der Normänner bekannter.

Die Nachrichten davon hat König ALFRED (880) 1 gesammelt; durch ihn, durch Warnefried (820) und später darch Adam von Bremen (1070) wissen wir, dass den Normännem Irland, die Faröer Inseln, die Schottländischen und übrigen laseln in der Nähe Schottlands, Island und Grönland theils schon im 9. Jahrhundert bekannt waren, theils im 10. bekannt wurden. Die Missionäre, die bis an die Grenzen Russlands gelangten, brachten eine vollständigere Kenntnis der Ufer der Ostsee nach dem südlichen Europa. Auch Landcharten hat man in dieser Zeit gehabt.

Die Kenntniss der westlichen Gegenden Asiens, besonders Palästina's, wurde durch die Wallfahrten und später durch die Kreuzzige unterhalten und erweitert. Viel genauer aber waren vin dieser Zeit die Araber mit jenen Gegenden, so wie mit Nordafrica bekannt, und ihre Geographen, Massuni (950), Sugan AL EDRISI (1150), EBN AL UARDIS (1232), besonders ABUL-PEDA (1320) 2 enthalten über die damalige Kunde von diesen Ländern belehrende Nachrichten. Etwas später fingen nun auch europäische Reisende an, den Orient zu besuchen, und Maaco Polo der (von 1270 bis 1294) in den asiatischen Ländern Reisen machte, Oderich won Portenau, (1830); MANDEVILLE und Pa-COLETTI brachten wichtige Nachrichten nach Europa. stere besuchte China, Pegu, Bengalen, Borneo, Sumatra and Geylon, die Küste Coromandel und andere Gegenden Indiens und Persiens, ,und erzählt auch von andern, nicht von ihm selbst besuchten Ländern. Später (1403) brachte der aus Spanien an Timun abgesandte Claviso Nachrichten aus Asien mit?

Im funfzehnten Jahrhundert zeichneten die Portugiesen sich durch Entdeckungen zur See aus, die besonders durch die Wisbegierde Heinrich's des Seepahrens vermehrt wurden. Madera wurde 1420, die Azorischen Inseln 1432 entdeckt; die nach und nach weiter untersuchte westliche Küste Africa's wurde von Diego Cam 1484 bis zur Küste Congo beschifft, und Bartolome Diaz erreichte das Vorgebirge der guten Hoffnung.

¹ In seiner Beschreibung des Nordens von Europa.

² Abulfedae annales moslemici arab. et lat. Hafniae. 1790.

⁸ Rampsius de navigatione III voll.

Die Hoffnung, Mer einen Seeweg nach Indien zu finden, veranlaste 1497 die Aussendung des Vasco de Gama, der 1498 am der Malabarischen Küste landete. Sehr bald wurden nun die Küste des östl. Africa, und auch Indien selbst genauer bekannt. Die Portugiesen eroberten 1510 Goa, kamen 1518 nach Bengalen, 1516 nach China, 1542 kam Anton de Mota nach Japan, wohin man kurz nachher Missionäre schickte 1. Diese vermehrten die Kenntnisse von jenen Gegenden, wurden aber in Japan durch ihre Herrschsucht und Einmischung in die Politik so verhast, dass 1616 die Christen ausgerottet und damit die Verbindung mit diesem Lande sast durchaus abgebrochen wurde.

CHRISTOPH COLUMBUS Entdeckung von America, auf dessen Inseln er zuerst am 8. Oct. 1492 landete, gab dem geographischen Entdeckungsgeiste eine ganz neue Richtung. Obgleich man später behauptet hat, dass schon Nachrichten von Seefahrern, die in America gelandet seyn sollen, in Europa bekannt gewesen waren, ehe Columbus hinkam 2, so ist doch dieses so ungewis, dass man keinen Grund hat, irgend jemandem anders als dem Columbus die Ehre der Entdeckung beizulegen 3. COLUMBUS selbst untersuchte auf mehreren Reisen die Inseln und selbst die Küsten des festen Landes von America (im August 1498). Kurz nach Columbus erster Reise entdeckte Cabor Noufundland und Labrador (1497), Veseucci und Ojeno Brasilien (1501 bis 1503), die Spanier PINZON, CORTEZ und andre drangen weiter in das Innere America's ein, und eroberten ganze Länder des neuen Welttheils. MAGELLAN entdeckte (21. Oct. 1520) die siidliche Spitze America's und die in den unbekannten Ocean führende Magellanestrase; er durchschisste diesen großen Ocean, den er, weil ihn keine Stürme trafen, den stillen Ocean nannte, und entdeckte die Philippinischen und andere Inseln.

Die weiteren Entdeckungen in America muß ich hier über-

¹ Eine vollständige Darstellung dieser ältern Entdeckungen giebt Spannen.'s Geschichte der wichtigsten Entdeckungen bis 1542. Halle 1792.

² Vergl. Senengel a. a. O. S. 210. 228.

⁸ Nach vox Zacn. Corr. astr. VIII. 105. sind die vollständigsten Nachrichten enthalten in: Codice diplomatico Colombo-Americano, queia Raccolta di documenti priginali inediti spettanti alla Scoperta dell'America.

Vergl. auch Robertson's History of America.

gehen. Die Kenntniss der vielen Inseln des stillen Meeres, verdanken wir meistens den in Art. Erde angeführten Umschiffungen der Erde. Verschiedene Theile Neuhollands wurden 1616 von Hartigh, 1642 von Tasmann aufgefunden, aber erst in spätern Zeiten ist dieses große feste Land, besonders durch Cook, und einige französische und englische Seefahrer seinem ganzen Umfange nach bekannt geworden; vom Innern kennen wir nur erst einen kleinen Theil in der Nähe der englischen Colonieen Die Weltumsegelungen Byron's, Wallis's, Cook's, Lapky-Rouse's, Baudin's, Krusenstern's, Kotzerue's, Francistens neben anderer hatten theils ausschließlich, theils wenigstens neben andern Zwecken die Bestimmung, uns mit den Ländern und Inseln des stillen Meeres bekannt zu machen und dieser Zweck ist auch in hohem Grade erreicht 1.

Eine andere Reihe wichtiger Entdeckungsreisen verdient hier erwähnt zu werden, nämlich die nach den nördlichen Gegenden der Erde. Ist gleich der Zweck, eine nordwestliche Durchfahrt, nördlich von America, oder eine nordöstliche Durchfahrt, nördlich von Asien zu finden, unerreicht geblieben, so verdanken wir doch diesen Untersuchungen eine sehr erweiterte Kenntniß jener Gegenden und, Küsten. Die Gegenden nördlich von America untersuehten vorzüglich Forbisher (1567 bis 1577), Davis '(1585 bis 1587), Hudson (1607-1610), Bylor und Baffin (1615); späterhin gab man die Hoffnung eines glücklichen Erfolges auf, und erst in den neuesten Zeiten haben Ross und Sa-BINE, und vorzüglich PARRY in drei verschiedenen Reisen, die Küsten und Meerarme in jenen Gegenden wieder untersucht Auch die Landreisenden HEARNE, FRANKLIN und andre haben uns mit jenen Polargegenden näher bekannt gemacht, und Sco-RESET die Küsten des seit Jahrhunderten nicht besuchten Theiles von Grönland wieder betreten. Unter denen, welche nördlich von Asien hinzuschiffen suchten, und bis nach Nova Zenbla vordrangen, will ich nur BARENTZ und New (1594) nennen. Zwei Jahrhunderte später untersuchten Phipps und Cook (1778 die nordöstliche Spitze Asiens und die nordwestliche Küste America's in ähnlicher Absicht genauer, und Russische Reisende haben zu Lande die Nordküste Asiens genauer bestimmt.

¹ Burner chronical history of the Discoveries in the southsea.

Das innere Africa ist, ungeachtet der Bemühungen von BRUCE, MUNGO PARK, HOBNEMANN u. a., und der mit etwas mehr Erfolg ausgeführten Reisen KLAPPERTON's, doch noch immer ein großes unbekanntes Land, obgleich unsre Kenntnisse überall, sowohl vom Vorgebirge der guten Hoffnung aus, als von Aegypten her, von Norden her, von Sierra Leona aus, sich nach und nach immer um etwas erweitert haben.

Das südliche Eismeer wurde 1774 von Cook durchschifft, um die etwa dort liegenden Länder zu entdecken; aber er fand nur unbedeutende Inseln, etwas glücklicher ist Weddell gewesen, der in 61° südl. Breite mehrere schon von Smith gesehene Inselgruppen (1823) näher untersuchte und bis zum 74½° der Breite gelangte 2.

Die Reisebeschreibungen, so wie die Beschreibungen einzelner Länder in Beziehung auf ihre natürliche Beschaffenheit, sind so zahlreich, dass es unmöglich ist, auch nur die wichtigsten hier anzuführen. Die vorzüglichsten Sammlungen von Reisen findet man verzeichnet in Eascu's Literatur der Geschichte und ihrer Hülfswisseuschaften. S. 152. 154. 994. Zu diesen füge ich noch: General History and Collection of Voyages and Travels, arranged in systematic Order, forming a compleat History of the Origin and Progress of the Navigation, Discovery and Commerce by Rob. Kera. Journal des Voyages, ou Archives géographiques par Versun et Faievilla.

¹ A Voyage towards the South Pole, by James Weddell. London 1825.

² Unter den Schriftstellern über die Geographie verdienen wohl vorzüglich genannt zu werden: MALLET allgemeine oder muthematische Beschreibung der Erdkugel. Aus dem Schwed. von Röhl. Greifsw. 1774. LULOF'S Auleitung zur math. und phys. Kenntniss der Erdkugel; übers. v. Kästner. Göttingen 1755. Bergmann's physikal. Erdbeschreib. übers. von Röhl. Greifsw. 1791. Orro's Versuch einer physikalischen Erdbeschreibung. Erster Theil. Hydrographie. Berlin 1800. KANT'S physische Geographie. 4 Bande Mainz bei Vollmer. - Weniger zu empsehlen ist eine andre Ausgabe von Rink (Königeberg 1802.) Kausenstenn's Beitrage zur Hydrographie der großen Oceane. Leipzig. 1819. MALTE-BRUN Abrifs der allgemeinen Geographie, (der erste Theil enthält eine Geschichte der geogr. Entdeckungen.) Leipz. 1812. RITTER'S Erdkunde im Verhältniss zur Natur und zur Geschichte. Berlin. 1818. Kaizs Lehrbuch der mathemat. Geographie. Leipzig 1827. Busching's Erdbeschreibung. Gaspani's vollet, Handbuch der neuesten Erdbeschreibung. Weimar. 1797. 1802. Gaspani's Lehrbuch der Erdbeschreibung in 2 Cursen. Weimar 1817. 1818. Auch ist MARTINIERE's Atlas der ganzen Welt. Leipzig 1744 immer noch ein sehr belehrendes Werk.

Geologie.

Theorie der Erde; Geologia; Géologie; Geology.

Unter Geologie versteht man im weiteren Sinne zuweilen den ganzen Inbegriff dessen, was zur physikalischen Geographie oder Naturgeschichte der Erde gehört, also die Untersuchungen über Ursprung, Veränderungen und physische Beschaffenheit der Erde; oft aber wird bloss die Kenntniss der Erdkruste und ihrer allmäligen Ausbildung darunter verstanden. Folgt man dagegen dem gangbarsten und mit Recht auf diese Weise zu fixirenden Sprachgebrauche, so gehört zur physischen Geographie blos die Untersuchung der physischen Beschaffenheit der Erdoberstäche, indem die Kenntniss der Grösse und Gestalt der Erde der mathematischen, die statistische Eintheilung der Länder aber der politischen Geographie anheimfällt 1. Die genauere Kenntniss der ganzen Erde und ihrer Bestandtheile dagegen wird unter zwei wissenschaftlichen Disciplinen begriffen, nämlich der Geo-Dieser lezteren Wissenschaft einen logie und der Geognosie. besondern Artikel zu bestimmen scheint mir überflüssig. begreift im engeren Sinne die historische Kenntniss des Erdkerns und der Erdkruste, wovon ein kurzer Abrils im Art. Erde mitgetheilt ist. Die Geologie dagegen beschäftigt sich mit den Untersuchungen des Ursprunges und der allmäligen Veränderungen unserer Erde, wovon jener Theil auch wohl Geogonie oder Geogenie, dieser dagegen Geschichte der Erde und ihrer Veränderungen genannt wird. Vorzugsweise ist zwar hauptsächlich in den neuesten Zeiten die Geognosie in einem außerordentlichen Umfange und mit sehr großem Fleisse bearbeitet, allein auch die Geologie bildet einen, auf die Geognosie hamptsächlich gestützten, eben so interessanten als ausgebreiteten Zweig der Naturwissenschaft, und kann zwar in seiner ganzen Ausdehnung nicht in das Gebiet der Physik gezogen werden; weil aber die gesammten dahin gehörigen Untersuchungen auf physikalische Gesetze gestützt sind, oder mindestens mit diesen iminnigsten Zusammenhange stehen, so scheint es mir nicht überflüssig, wenigstens die Hauptsachen in der Kürze etwas näher zu betrachten.

¹ Vergl. Art. Geographie.

Die Geologie zerfällt in drei Hauptabtheilungen, und untersucht darin zuerst den Ursprung und die Entstehung der Erde, dann die anfängliche, urweltliche Gestaltung derselben und endlich die vorgeschichtlichen und geschichtlichen Veränderungen ihrer Oberstäche. Bei der ansänglichen Bearbeitung dieser Wissenschaft entstand eine chaotische Verwirrung hauptsächlich dadurch, dass man alle diese drei Theile vereinigte, und indem die meisten Gelehrten, welche sich damit beschäftigten, bei erossem Mangel an den hierzu erforderlichen positiven Kenntnissen desto mehr aus ihrer Phantasie supplirten, so kamen statt genügender Ausklärungen fast ausschließlich nur geologische Romane zum Vorschein, bis man es überdrüssig wurde, diesen noch weiter Zeit und Aufmerksamkeit zu widmen. Man verliess daher in den neuesten Zeiten jenes dunkle Gebiet der Untersuchungen über den Ursprung und die uranfängliche Ausbildung des Erdballes, und bemühete sich vielmehr, vor allen Dingen vorerst diejenigen Veränderungen der Erdkruste näher zu erforschen, von denen noch jetzt unverkennbare Spuren aufzufinden sind. Insofern aber viele der älteren Meinungen gegenwärtig nur noch einiges geschichtliches Interesse haben, scheint es mir der leichteren Uebersicht wegen am angemessensten, die drei einzelnen Theile zu trennen, und das wesentlichste darunter gehörige kutz zusammenzustellen.

A. Ursprung der Erde.

Die Untersuchungen über den Ursprung der Erde können ihrer Natur nach kaum isolirt seyn, sondern werden meistens mit denen über den Ursprung der ganzen Welt verbunden, und gehören dann zur Kosmologie. Diese letztere Wissenschaft ist uralt, eine natürliche Folge des Bestrebens der Menschen, den Anfang aller Dinge, die Schöpfung der Welt, zu der sie gehören und die sie bewundern müssen, zu erkennen; und so erklärt es sich dann leicht, warum bei den ältesten und bei nicht sehr wissenschaftlich gebildeten Völkern kosmologische Systeme gefunden werden. Sie liegen indess alle außer dem Gebiete der Physik, wie der Naturforschung überhaupt, und bloss die Mosaische verdient wegen ihrer Verbindung mit der höchstwichtigen Lehre vom Monotheismus, an welche selbst und deren Begründung sie innig geknüpft ist, und die sie gleichsam voraussetzt, auch

da nicht übersehen zu werden, wo die Philosophie der Natursich das Problem über den Unsprung aller Dinge zu betrachten vornimmt ¹.

Die mosaische Kosmogonie und Geogenie ist ohne Widerrede die beste unter allen Versuchen dieser Art, und läfst die letzteren insgesammt weit hinter sich zurück. Anstatt dass andere nach einer schwachen menschlichen Philosophie ein Chaoa, eine Urmaterie oder Uratome, annehmen, aus welchen dann die Entstehung der Dinge durch unbekannte Kräfte erfolgt, deren Ursprung aber diesemnach ein neuer Gegenstand der Untersuchung werden müßte, rückt die biblische Urkunde das ganze Problem sogleich aus dem Gebiete der rationalen Forschung in das des religiösen Glaubens, wohin es für den beschränkten menschlichen Verstand ganz eigentlich gehört. Sie sagt: Gott schuf, und um hierbei sogleich jeder weiteren Frage zu begegnen, giebt sie zugleich das Wodurch und Woraus dieser göttlichen Schöpfung an, indem es heilst: durch sein allmächtiges Wort und aus nichts. In der geschaffenen Welt wurde auch der Erde ihr Platz angewiesen, ihre Ausbildung erfolgte, gleichfalls durch den allmächtigen Willen des Schöpfers, in Tagen (Zeiträumen, deren Länge unbestimmt bleibt), bis sie zum Wohnplatze solcher Wesen geeignet war, welche sogleich von Anfang an den alleinigen Gott aus seinen Werken erkennen und anbeten sollten. Wie die Welt entstanden sey, sollten sie nicht erforschen wollen, denn ihr Ursprung war früher als der des menschlichen Geschlechtes, und war außerdem das Werk eines allmächtigen Schopfers, also für den endlichen Verstand des Menschen unfalsbar. Die Schöpfung der Welt gehört hiernach also in das Gebiet des Glanbens, sie gehört der Religion an; das Gebiet der Naturforschung beginnt erst später, ist auf die schon vorhandenen Dinge beschränkt, und erstreckt sich nicht weiter. als bis wohin Schlüsse aus Beobachtungen reichen. Ihre Untersuqhungen können daher dem Ansehn der biblischen Urkunde keinen Abbruch thun (wie die theologische Facultät von der Hypothese Burron's, jedoch nur anfangs, glaubte), insofern diese

¹ Die ältesten Kosmologieen findet man ausführlich vorgetragen in den größeren Werken über die Geschichte der Philosophie. Vrgl. die Urwelt und das Alterthum, erläutert durch die Naturkunde, von H. F. Link. Berl. 1821, 2 Th. 8. I. 268.

gar nicht in ihrem Bereiche liegt, und es war daher ein auffal-Lender Fehler mancher Naturforscher, dass sie dieselbe mit in ihre kosmologischen und geogenetischen Hypothesen zu verflechten suchten ¹.

Es folgt aus diesen Betrachtungen, so wie auch schon daraus, dass die bisherigen Beobachtungen die Grenze des Weltalls moch keineswegs erreicht haben 2, dass es für die Naturforschung überall weder eine Kosmogonie noch auch in gewissem Sinne eine Geogenie giebt, sofern sich letztere nämlich auf die uranfängliche Entstehung der Erde bezieht. Die einzige Frage, welche-an der äußersten Grenze des Gebietes der Naturforschung liegend noch als zulässig erscheinen kann, ist die, aus welchen vorhandenen Bestandtheilen blos unser Planet, die Erde, und auf welche Weise diese anfanglich aus jenen zusammengesetzt, oder wenn man will, entstanden seyn möge; aber auch hierüber giebt es nur einige wenige, einer näheren Betrachtung würdige Hypothesen, und keine Theorie wird sich auch jemals über das blos Hypothetische zu erheben im Stande seyn. Viele ältere Schriftsteller ließen indess auch hierbei ihrer Phantasie ein so freies Spiel, dass Lichtenberg von ähnlichen Versuchen durch die Geissel der Satyre abzuschrecken für gut sand. Unter dem Titel: Geologische Phantasieen 3, zählt dieser nicht weniger als funfzig Hypothesen auf, unter denen neun Zehntel wo nicht zur Geschichte der Erde, doch zur Geschichte des menschlichen Geistes gehörten. So wie man auf der Erde Seethiere finde, ohne eine Spur von See, so finde man in diesen Erklarungen Conclusionen ohne Spur von Prämissen, und bei manchen schienen die Gesetze des Denkens eben so aufgehoben zu seyn, wie nach WOODWARD bei der großen Erdrevolution die Gesetze der Schwere und des Zusammenhanges einstweilen suspendirt worden wären. Man wird daher auch hier über diesen Gegenstand weder Vollständigkeit erwarten, welche nur ermüdend seyn könnte, noch eine Widerlegung des bloss Hypothetischen, weil so etwas oft gar nicht widerlegt werden kann.

¹ Vergl. J. J. Gablen's neuer Versuch über d. mosaische Schöpfungsgeschichte. Altorf 1795. 8. Moses und David keine Geologen, von J. Pott. Berl. 1799. 8.

² Vergl. H. W. BRANDES Unterhaltungen für Freunde d. Physik and Astronomie. 2. Hft. Leipz. 1826. 3. 147.

⁸ Götting. Taschenb. für 1795. S. 79.

CARTESIUS 1 war nach dem Wiederausleben der Wissenschaften der erste, welcher über den Ursprung aller Dinge zu philosophiren anfing; indem man seit der Verbreitung des Christenthums sich damit begnügt hatte, die Schöpfung der West durch Gott aus dem Nichts ohne Weiteres anzunehmen. ihm existirte eine chaotische harte Urmasse, welche der Schöpfer durch seine Allmacht zerschlug und in Bewegung setzte. Durch das Abreiben der Theile aneinander, als Folge dieser Bewegung entstanden die drei Elemente, aus welchen die einzelnen Theile der Welt gebildet wurden, nämlich eine feine atherische Materie, kleine kugelförmige Theilchen und gröbere eckige; aus jener ersteren entstanden die Sonne nebst den Fixsternen, 'die zweiten machten den Aether oder die Materie der Wirbel aus, die dritten endlich gaben den Stoff zu den Planeten und Kometen. Die Erde war anfangs ein Stern mit einem eigenen Wirbel, aber mit vieler grober Materie vermischt, welche endlich eine ganz dunkle Rinde darum bildeta, aus welcher, noch jetzt das innere Centralfeuer nur an einigen Stellen hervorbricht-So wurde sie von dem Wirbel der Sonne ergriffen und fortgerissen. Die gröbsten Theile des dritten Elementes stürzten zuerst nieder, und bildeten die Erde nebst dem Wasser. Da aber die feineren Theile des dritten Elementes, welche über dem Wasser lagen, nicht, ganz von den gröberen befreiet werden konnten, so wuchs von ihnen über dem Wasser ein Bette zusammen, welches endlich zusammenstürzte, und die trockene Obersläche der Erde bildete.

Dieser, allerdings seltsamen, der Atomenlehre von Leuctffe Epicur und Democrit 2 noch nachstehenden, Schöpfungstheorie läßt sich nur noch eine zweite hinzufügen, welche in wenig abgeänderter Gestalt von mehreren Gelehrten vorgetragen ist, und nicht ganz die Willkür der Cartesischen trägt. Newton nahm an, es könne eine ätherische Urmasse im Weltraume existirt haben, aus welchen die einzelnen Himmelskörper, aus verschiedenen Bestandtheilen bestehend, niedergeschlagen seyen, so das namentlich auch bei der Bildung der Erde die homogenen Bestandtheile zu den verschiedenen Körpern vereinigt waren.

¹ Principia Philos. Amst. 1685. 4. Opp. Lib. II.

² lhre Systeme werden meistens in der Geschichte der Philosophie abgehandelt. Vergl. auch P. Bayle Dict. Hist. et Crit.

³ Blace History of the Royal Soc. III. 280.

Eine solche urweltliche Materie glaubten mehrere, namentlich HALLEY, vorzüglich HERSHEL 1 in den Nebefflecken, insbesondere in dem großen schon von Huverns im Knie des Orion entdeckten, als noch im Weltraume vorhanden, wiederzufinden, und DE LA METHERIE 2, seit den frühesten Zeiten ein lebhafter Anhänger dieser Meinung, glaubte sogar diese Hypothese bei den Braminen zu finden, deren von Strabo 3 erwähntes Akasch nichts anders als jener Aether seyn soll. Weit umfassender, daneben auch in ungleich geregelterer und wissenschaftlicherer Form trug I. KANT 4 diese Hypothese vor, und hierdurch erhielt dieselbe sehr allgemeine Verbreitung, obgleich jener berühmte Philosoph nicht der eigentliche Erfinder derselben ist, indem sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, dass die rohe Idee schon früher existirte. Kant gesteht selbst zu, dass seine Hypothese mit der Lehre Ericun's, Lucipr's, Democrit's und Lucrez's von allgemein verbreiteten Uratomen einige Aehnlichkeit habe, und von manchen leicht in das Gebiet der Träumereien verwiesen werden könne; inzwischen lag es ihn worzüglich daran nachzuweisen, dass die Erde nicht isolirt und gleichsam durch einen Zufall an ihren Ort geschleudert im Weltraume existire, sondern dass ein gewisser Zusammenbang des Ursprungs und der Bewegung zwischen den sammtlichen Himmelskörpern im unermelslichen Weltraume stattsinde. Nach seiner Meinung sollte also die feine ätherische Materie überall im Raume verbreitet gewesen seyn, aus deren einzelnen Massen sich die Sonnensysteme absonderten und, wie nachher HERSCHEL hinzugesetzt hat, noch ferner absondern können 5. Namentlich also zur Bildung unsers Sonnensystems dachte er sich eine sphäroidische Anhaufung dieser Urmasse, aus welcher sich durch Anziehung der Theilchen zuerst die Sonne bildete, um welche dann die in ihre Axendrehung mit hineingezogene Itasse anfangs zerstreut existirte. Allmälig aber wurden hieraus einzelne Ku-

¹ Journal de Phys. LXXV. 121.

² Lecons de Geologie. Par. 1816. III, Tom. 8. T. I. S. 1. ff.

⁸ Geogr. Lib. 15,

⁴ All gemeine Naturgeschichte u. Theorie des Himmels u. d. W. Vierte Aufl. 1818. 8. Die erste Aufl. erschien 1755.

⁵ W. Herschel über den Bau des Himmels. Königsb 1791. 8. W. Herschel sämmtliche Schriften von J. W. Pfaff. Bd. 1. Book astron. Jahrb. 1788. u. 1794.

gelzonen in ungleichem Abstande vom Mittelpuncte des Centralkörpers durch das bloise Gesetz der mit Gewissheit nachgewiesenen Anziehung abgesondert, welche sich in unbestimmbaren Zeiträumen zu den jetzt bestehenden Planeten nebst ihren Trabanten vereinigten, und diesemnach ihre ursprüngliche Bewegung unter gewissen, aus der Natur der Sache nothwendig folgenden Modificationen beibehielten, indem namentlich die Geschwindigkeit des Umlaufes um den Centralkörper mit der Entfernung nach einem gewissen constanten Gesetze abnehmen mußte.

Es scheint mir überflüssig, noch weiter nachzuweisen, wie KANT sehr sinnreich diese Theorie der bekannten Beschaffenheit unsers Sonnensystem's angepasst hat, indem dieselbe sich doch nicht über das Gebiet einer wahrscheinlichen Hypothese erhebt, und eben so wenig scheint es mir nöthig, die zahlreichen Anhänger derselben namhaft zu machen, welche ihr hauptsächlich wegen des berühmten Namens ihres vermeintlichen Erfinders beipflichteten, ohne sie jedoch zu erweitern oder durch neue Argumente fester zu begründen. Ohne sie zu kennen, wie mindestens im höchsten Grade wahrscheinlich ist, äußerte auch FRANKLIX1 ähnliche Ideen, aber vor allen verdient La Place genannt zu werden, welcher dieselbe aufs Neue in Ansehn gebracht hat. Dieser große Geometer wurde hauptsächlich durch die Gleichheit des Umlaufes aller Planeten um ihren Centralkörper, die Sonne, zu der Vermuthung gebracht, dass diese durch die anfängliche Bewegung der weit sich hinerstreckenden Sonnenatmosphäre herbeigeführt seyn könne, aus welcher sich dann die Planeten mit ihren Trabanten in regelmäßig wachsenden Abständen gebildet haben möchten 2. Auch La GRANGE erklärt sich, jedoch nur im Allgemeinen, für die Möglichkeit einer Entstehung der Planeten aus gasförmigen kometarischen Stoffen 3.

¹ Transact, of the Amer. Phil. Soc. at Philad. T. III. N. 1. vom Jahre 1793.

² Exposition du système du monde, 5me ed. à Par. 1824. II Vol. 8. II. 433.

³ J. de Phys. 1812. Mars.

B. Urbildung der Erde.

Ungleich zahlreicher ist die Reihe derjenigen Schriftsteller, welche ohne Rücksicht auf die Schöpfung der Welt die Entstehung und uranfängliche Gestaltung der Erde zum Gegenstande
ihrer Untersuchungen machten, und die Bildungsart derselben
mehr oder minder hoch hinauf verfolgten, dabei auch mitunter
die kühnsten Hypothesen und gewagtesten Voraussetzungen
nicht verschmähten, um ihren Theorien einigen innern Zusummenhang zu verschaffen. Indem ich die wichtigsten derselben
kurz mittheile, scheint mir eine Widerlegung und selbst eine
nähere Prüfung der meisten ganz unnöthig.'

THOMAS BURNET 1 bezieht die durch ihn ungebührlich gemodelte Schöpfungsgeschichte der Bibel bloß auf die Bildung unserer Erde, welche anfangs eine chaotische Masse von allerlei Materien war. Die schwereren Stoffe sanken nieder und bildeten den Kern, um welchen sich das 'Wasser und darüber die Luft sammelte. Aus letzterer fielen die erdigen und öligen Theile herab, die Luft bekam ihre Durchsichtigkeit wieder (es ward Licht), und es war die alte Erdrinde, ohne Berge und Thäler, der glückliche Aufenthalt der Menschen, vorhanden. Nach 1600 Jahren zerriss diese Rinde von der Sonne vertrocknet, stürzte in das Wasser und nahm eine Menge Luft mit, wodurch das Meer noch höher gehoben wurde,, und alles Lebendige anf der Erde vertilgte (die Sündsluth). Allmälig zog sich das Wasser in unterirdische Raume zurück, verließ einen Theil der eingestürzten Rinde, und es erhoben sich Berge und Thäler als neuer Aufenthalt NOAH's und der mit ihm geretteten Menschen und Thiere. Die Theorie musste Beifall finden, weil sie neben der Erklärung einiger geognostischer Erscheinungen sich so enge an die mosaische Urkunde anschloß, indels erhielt sie sehr bald durch Keit 2 eine sehr gründliche Widerlegung.

Mit William Whiston läst sich eine Hypothese ansangen, welche bis auf die neuesten Zeiten in ihrem wesentlichsten Puncte noch Anhänger findet, und unter allen durch die trissigsten Gründe unterstützt werden kann. Whiston 3 nahm an, die

¹ Telluris theoria sacra. cet. Lond. 1816. 4.

² Examen theoriae telluris a Burneto editae. Oxon. 1698. 8.

³ A new Theory of the earth. Cambridge 1708. 8.

Erde sey anfangs ein Komet gewesen, dessen allmälige Ausbildung in der mosaischen Urkunde in der Art beschrieben werde, daßs die dort genannten Tage vielmehr Jahre von uhbestimmter Dauer seyen. Die Bildung der Erdkruste und ihre Umwandlung durch die Sündfluth soll dann fast ganz nach Bunnert's Ideen erfolgt seyn, nur mit dem Unterschiede, daßs das ursprüngliche Wasser der Erde aus dem angezogenen Schweife des Kometen niedergeschlagen wurde, und auch später ein genäherter Komet die Gewässer der Sündfluth theils aus seinem Schweife hergegeben, theils aus der geborstenen und zum Theil auch in die Höhe gehobenen Erdkruste angezogen haben sollte, worans dann die spätere unebene Gestalt der Erdobersläche erklärlich wurde.

Als ein Anhänger dieser Theorie in ihrer eigentlichen Gestalt moge hier nur Wiedebung 1 genannt werden, nach dessen Ansicht die Erde erst ein Sonnensleck, dann ein Komet war, endlich vom Schöpfer in ihre jetzige Bahn gerückt wurde, und nebst dem planetarischen Laufe auch ihre veränderte Gestalt erhielt. Allein es mus, der großen Aehnlichkeit wegen, dieser Hypothese auch die Meinung derjenigen angeschlossen werden, welche die Erde als ein Conglomerat von Meteorsteinmasse ansehen, eine Idee, welche in den neuesten Zeiten durch manche Thatsachen so bedeutende Unterstützung erhalten hat, dass sie ungleich mehr Beachtung verdient, als ihr anfangs zu Theil wurde. Eigentlich war Chladni um 1792 der erste, welcher nachwies, dass im Weltraume sich bewegende Körper auf die Erde herabsielen 2, und nachdem diese lange bestrittene Hypothese endlich zur evidenten Gewissheit erhoben war, suchten C. W. und E. F. L. MARSCHALL V. BIEBERSTEIN 3 wahrscheinlich zu machen, dass die Planeten und ihre Trabanten wohl als ein Conglomerat solcher im Weltraume schwebender Massen anzusehen seyen, insbesondere aber dass man viele, namentlich

¹ Nene Muthmassungen über Sonnenflecken, Kometen und die erste Geschichte der Erde. Gotha 1776. 8.

² G. XIX. 257. Vergl. Meteorsteine u. Feuerkugel.

³ Untersuchung über den Ursprang und die Ausbildung det gegenwärtigen Anordnung des Weltgebäudes. Gießen u. Darmet. 1802. 8. M. Cor. XI. 341.

sanzelne, Berge auf unserer Erde als von Außen auf dieselbezoschlendert zu betrachten habe. Diese zunächst nur aus der Menge einzeln zerstreuter Berge und das zerrissene Ansehen vieler aufgethürmter Felsmassen hergenommene Hypothese wurde Eheils von den Erfindern derselben, außerdem aber hauptsächlich durch v. Zacu in mehreren Abhandlungen 1 weiter ausgebildet und mit großem Scharfsinne den Beobachtungen auf der Erde und am Himmel, so wie den bekannten physikalischen Gesetzen angepasst. Zugleich aber liegt bei allen diesen Vorstellungen in gewisser Hinsicht das Sytem der Neptunisten zum Grunde, indem selbst oft von den gegenseitigen Anziehungen der wässerigen Theile dieser im Weltraume schwebenden Massen geredet wird, und von dieser Seite dürfte sich die Hypothese nur schwer mit dem gegenwärtig fast allgemein gangbaren Systeme der Vulcanisten vereinigen lassen. Ein ganz anderes Ansehen gewinnt dieselbe dagegen, wenn man sie nach dem letzteren modelt, wodurch sie selbst eine neue Stütze erhält, und diesem wiederum zu einer bedeutenden Unterstützung dient. Indem dieses alles aber der neuesten Zeit angehört, so verspare ich es lieber bis späterhin.

Vor allen Dingen aber darf ich nicht unterlassen, der gewichtigen Einwendungen zu gedenken, welche in gewisser Beziehung auch dieser Hypothese entgegengestellt sind. Es ist
mir zwar nicht bekannt, das irgend jemand die Möglichkeit giner Vereinigung mehrerer Meteorsteinmassen in Zweisel gezogen
habe, was denn auch, genau genommen, nicht füglich angeht.
Dagegen aber sinder nach der Ansicht vieler eine sehr auffallende Aehnlichkeit zwischen den Kometen und vielen Feuerkngeln statt, welche letztere große Meteorolithen auf die Erde sallen lassen, insbesondere zwischen solchen, welche in sehr groser Entsernung von der Erde beobachtet worden sind. Es hat
sich aber schon früher Lambert 2 ganz bestimmt gegen die
Meinung erklärt, das ein Komet jemals in einen Planeten um-

¹ Mon. Cor. VIII. 3; 208. X. 221; 411.

² Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Westbaues, Augsp. S. 1761. S. Besser mit Weglassung der Briefform u. abgekürzt: Système da Monde, par M. Lambert; publié par M. Meriau. Berl. 1784. S.

gewandelt werden könne 1, und später hat LA PLACE 2 sich in gleichem Sinne hierüber so ernstlich ausgesprochen, dass bei se gewichtigen Autoritäten niemand leicht wagen wird, einen auf diese Weise gleichsam verponten Satz weiter auszusprechen Da es aber einmal unumstösslich gewiss ist, dass keine Autorität ohne vorgebrachte Gründe von Gewicht seyn kann, so bemerke ich hierüber Folgendes. LAMBERT sowohl als auch La PLACE nehmen den aufgestellten Satz, dass aus einem Kometen ein Planet werden solle, in seiner größten Einfachheit, und da bleibt es dann wohl ohne Widerrede gewis, dass eine geregehe und der genauen Berechnung unterliegende kometarische Bahn niemals an und für sich in eine planetarische verwandelt werden könne. Dagegen hat aber der neue sogenannte Enke'sche Komet eine von der planetarischen kaum abweichende Bahn und beweiset somit, dass zwischen beiden kein absoluter Unterschied statt findet. Außerdem aber unterliegen die Kometen bedentenden Störungen, wodurch ihre Bahnen sehr geändert werden. und namentlich haben die Astronomen, worunter LA PLACE 3 selbst ist, bereits anerkannt, dass der bekannte Komet von 1770. welcher nach LEXEL's und anderen Berechnungen eine 54 jahrigs Periode haben müßte, durch die Störungen des Jupiter einen ganz veränderten Lauf angenommen habe. Kann aber ein Komet auf diese Weise durch einen Planeten ganz aus seiner Bahn gerissen werden, so muss er auch der fortgesetzten Anziehung desselben so weit folgen können, dass er zuletzt auf ihn stürzt 4. Was aber durch eine Planetenmasse möglich ist, muss auch mit Rücksicht auf die ungleichen Kräfte verschiedener

¹ Lambert a. a. O. S. 52 sagt: c'est l'absurdité du Sentiment de ceux qui veulent, que les planètes ne soient que des comêtes détournées de leur première route, et refroidies.

² Système du Monde. II. 440.

³ Exposition du Système du Monde 5me ed. Par. 1824. II Vol. 8. II. 61. La Place hâlt es auch für möglich, dass die Masse der Kometen sich in den Raum zerstreue; allein kann sie sich nicht ebea so gut im Raume wieder vereinigen?. 8. ebend. I. 286. II. 405.

⁴ La Place Syst. du Monde II. 443. giebt zu, das Kometen, wenn sie zur Zeit der Bildung der Planeten in den Wirkugskreis der Sonnenatmosphäre kamen, Spiralen beschreiben, und sich auf die Planeten stürzen mussten, wodurch dann ihre Bahn und Lage ihres Aequators von der Ebene der Sonnenbahn abweichend wurde.

Massen durch andere im Himmelsraume schwebende Körper geschehen können, und so ließe sich also auch nach dieser Argumentation die allmälige Vereinigung kosmischer Massen nicht in das Gebiet der bloßen Hirngespinnste verweisen, wohin es ohnehin schon in Beziehung auf die Vereinigung der Meteorsteine mit der Erde nach unbestreitbaren Erfahrungen nicht gehört.

An diese eben erläuterte Hypothese lässt sich eine andere anknüpfen, welche gleich anfangs hauptsächlich der interessanten Darstellung wegen, viel Aufsehen erregte, und in den neuesten Zeiten wegen ihres nahen Zusammenhanges mit der Theo-, rie der Vulcanisten oft erwähnt wird. Bürron 1 benutzt den Umstand, dass alle Planeten sich nach der nämlichen Seite um die Sonne und um ihre Axe bewegen, und dass ihre Bahnen nur kleine Winkel mit einander machen, zu der Vermuthung, dass eine und dieselbe Ursache anfangs dieses bewirkt habe. Diesemnach soll ein Komet schief gegen die Sonne gefallen seyn und Einstel ihrer Masse abgestolsen haben. Aus den Trümmern dieses Bruchstückes wurden die sämmtlichen Planeten gebildet, erhielten durch den Stoss zugleich die Umdrehung um ihre Axe, fingen vermöge der Gravitation ihre Umläuse um die Centralsonne an, und wurden durch die Axendrehung gerundet und abgeplattet. Insofern BUFFON mit NEWTON die Sonne für eine glühende Masse hielt, mußten auch die Bruchstücke anfangs im glühenden Zustande seyn, und er berechnete dann aus den bekannten Gesetzen des Erkaltens die den Massen angemessenen Zeiträume, in denen sie die späteren Veränderungen erleiden konnten. Für die Erde bestimmt er 3000 Jahre als Zustand des Glühens, und 34000 Jahre, bis sie so weit erkaltete, dass sie noch nicht berührt werden konnte. Durch das Erkalten entstanden, wie bei ähnlichen Massen, Löcher, wellenförmige und blasige Erhebungen, die ursprünglichen Höhlen und Bergketten, auch wurden gleich anfangs die Metalle in die Spaltungen sublimirt. Das nachherige Meer war noch ganz in der Atmosphäre vorhanden, weil die Erde noch wenigstens 25000 Jahre so heifs war, dals sie alles Wasser in Dampfe verwandelte. Erst nach dieser Zeit fiel das Wasser nach und nach

S Histoire nat. générale et particulière T. I. Mit beträchtlichen Abanderungen in Supplement T. IX. u. X. Par. 1778. 8.

IV. Bd. Kkkk

herah, und bedeckte die Erde bis auf 12000 F. Höhe, so daß nur die höchsten Bergspitzen hervorragten. In dem noch hei-Isen Meere wurden Schaalthiere in ungeheurer Menge und von anderer Art, als die jetzt lebenden, gebildet, aus deren Trümmern alle kalkartigen Fossilien und die mit Seeproducten versehenen geschichteten secundaren Gebirge entstanden. Das Wasser drang allmalig in die inneren Höhlungen, der Erde, mehr Land wurde trocken und erhielt seine ersten Bewohner, wel-. . che meistens größer und wegen der höheren Temperatur und stärkeren Productionskraft der Erde mitunter wahrhaft kolossal waren. Zuerst erkalteten die Polarländer, woselbst auch die Bevölkerung anfing, bis sich das Wasser auch unter dem Aequator verlief, auf welche Bildungsperiode im Ganzen Burros 2000 Jahre rechnet. Wegen der höheren Temperatur lebten Elephanten, Wallrosse und ähnliche tropische Thiere damals im hohen Norden, wo man gegenwärtig noch ihre Ueberreste Endlich vollendeten partielle Ueberschwemmungen, langsame Wirkungen des Regens die immerwährende Strömung des Meeres vou Ostenmach Westen, Vulcane und sonstige Ursachen die Umbildung der Erdobersläche, und gaben ihr die jetzige Gestalt. Die Erkaltung dauert übrigens stets fort, und so muss die Erde nach 93000 Jahren unbewohnbar werden.

BÜFFON'S Hypothese hat bei weitem nicht so viele Anhänger gefunden, als man hätte erwarten sollen ¹, woran hauptsächlich ihre gänzliche Abweichung von der mosaischen Kosmogonie und die bald folgende weitläustige Widerlegung derselben durch de Lüc Schuld waren. Indes soll auch nach Jos. Heine. Gottlob v. Justi ² die Erde aus der Sonne entsprugen seyn, und hiernach im Innern ein Centralfeuer gehabt haben, welches nach einer Arbeit von mehr als tausend Jahrhunderten die Urgebirge emporhob. Die kleineren Berge sind nach ihm Folgen von Ueberschwemmungen, auch nimmt er eine Veränderung der Erdaxe an, um die Anwesenheit der fossilen Knochen im hohen Norden zu erklären. J.E. W. Wiederburg.

¹ Ihre Unverträglichkeit mit den Bewegungen der Planeten zeigt La Placz in Syst. du Monde II. 430.

² Geschichte des Erdkörpers. Berl. 1771. 8.

⁸ Auwendung der Natur- und Größenlehre zur Rechtsertigus der heil. Schrift. Nürnb. 1782. 8.

hat sich viele Mühe gegeben, dieses System ausführlich zu widerlegen, hauptsächlich weil es mit-der Bibel nicht übereinstimmte.

Auch v. Leibnitz 1 muls unter die ältesten Vulcanisten gerechnet werden, denn auch nach ihm ist die Erde aus einem geschmolzenen Körper entstanden, dessen Verlöschen die Scheidung des Lichts von der Finsternis und die Epoche der Schöpfung beginnt. Die durch Hitze verglasten Schlacken bildeten die Rinde, in welcher Buckeln und Blasen, die jetzigen Berge und Höhlen, entstanden. Beim Erkalten fiel das in Dämpsen vorhandene Wasser aus der Atmosphäre herab, lösete die Salze auf and gab dadurch dem Meere seine Salzigkeit. LEIBNITZ last dann gleichfalls durch weiteres Abkühlen die Erdrinde rissig werden, das Wasser sich durch die Spalten in die inneren Räume zurückziehen, wodurch ein Theil der Oberfläche bewohnbar wurde. Späterhin stürzten aber einige der höchsten Theile wieder ein, trieben das Wasser abermals über die ganze Obersläche der Erde, bis letzteres sich in andere, tiefere Höhlen zog, und die jetzigen bewohnten Theile trocken zurückließ. RIUS 2 setzte der Hypothese hauptsächlich das Argument entgegen, dass sich keineswegs Spuren einer allgemeinen Verglasung der Erdkruste fänden.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass die älteren Theorieen der Erde mehr plutonisch als neptunisch waren. John Rax 3 läset die Erde aus dem ansänglichen Chaos niedergeschlagen werden und mit Wasser bedeckt seyn. Demnächst entstanden, als weiterer Act der Schöpfung, Erdbeben und vulcanische Ausbrüche, durch welche die Berge gehoben und trocken wurden, das Wasser aber sich in die entstandenen Räume zurückzog. Auch später wirkten Vulcane und unterirdische Feuer zur Veränderung der Erdobersläche, die Sündsluth aber solgte aus einer Verrückung des Schwerpunctes der Erde, und hinterließ die

¹ Protogea s. de prima facie telluris et autiquissimae historiae vestigiis in ipsis naturae momentis. Acta Erud. Lips. 1693. Besouders herausgeg. durch Saheid. Gott. 1749. 4:

² Diss. de tellure olim per ignem non fluida: Ups. 1761. 4.

⁸ Physico - theological discourses concerning the primitive chaos, the general deluge and the dissolution of the world. Lond. 1692. 8. Bbend. 1718.

Spuren ihrer Wirkung in den vielen zum Theil mit dem Meeresboden zugleich emporgehobenen Petrefacten. Auch Hook inimmt an, dass die mit zahllosen Seethieren bedeckten Theile des Meergrundes durch vulcanische Kräfte emporgehoben wären, und nach ihrer verschiedenen Höhe die niedrigen und höheren Berge gegeben hätten, während die Ebenen durch das Zurücktreten des Wassers in die entstandenen Höhlungen trocken wurden. Wassenströme, Sturmwinde und Herabstürzungen von Bergmassen völlendeten demnächst die Umbildung der Erdoberfläche, auch glaubte er, wie Rax, an eine allmälige Veränderung des Schwerpunctes der Erde, und der Richtung ihrer Axe. Raspe 2 hat die nämliche Theorie, mit einigen Verbesserungen vorgezogen.

Vorzugsweise wurde die vulcanische Hypothese des Anton LAZARO MORO 3 beachtet, weil sie sehr vollständig vorgetragen war, und in zwar kleinen, aber erwiesenen Thatsachen einen Stützpunct hatte, um nicht durchaus als ein Gebilde der Phantasie zu erscheinen. Mono nimmt von der bekannten Entstehung (eigentlich Umbildung) der Insel Santorin im Jahre 1707. ingleichen des Monte nuovo bei Neapel im Jahre 1538 Gelegenheit zu behaupten, das gesammte Festland sey durch unterirdisches Feuer emporgehoben, und bringt diese allgemeine Idee mit der Schöpfungsgeschichte in Verbindung. Im Erdkerne nämlich befand sich das Centralfeuer, außerhalb desselben aber eine 175 Toisen hohe Wasserschicht. Am dritten Tage liess der Schöpfer das Feuer wirken, welches die Rinde hob, und so die ursprünglichen Berge bildete. Das Feuer zerbrach auch die Rinde an einigen Orten, warf vulcanische Massen um sich, woraus Schichten im Meere entstanden, letzteres aber den salzigen Geschmack erhielt und zur Erzeugung von Seethieren geschickt wurde. Die vulcanischen Kräfte haben inzwischen auch den mit geschichteten Lagen der Niederschläge bedeckten Meeresgrund noch vor dem Niederfallen der Seethiere emporgehoben, woraus

¹ Posthumous works. Lond. 1705. Fol.

² Specimen hist. nat. globi terraquei, praecifue de novis e mari natis insulis. Amst. 1763. 8.

S De' crostacei e degli altri marini corpi, che si trovano sa monti; Libri due; in Venezia, 1740. 4. Neue Unters. der Veränderungen des Erdbodens von A. L. Moro, a. d. It. Leipz. 1751. 8.

Lawin die älteren geschichteten Gebirge entstanden, statt daß die wast Petrefacten übersäeten und die niedrigern Flächen erst später durch eine gleiche Ursache emporgehoben wurden. Den vultamischen Producten verdankte ferner die trockene Erdoberfläche ihre Fruchtbarkeit und Kraft zur Erzengung und Ernährung von Palanzen und Thieren. Selbst die späteren Veränderungen der Erdkruste, wodurch namentlich Thiese und Pflanzen ihren Ortweränderten und beide aus tropischen Gegenden sich in Ueberwesten unter hohen Breiten zeigen, leitet Mong von der fort-dauernden Thätigkeit der Vulcane her.

Ganz hiermit übereinstimmend ist die Art, wie nach KESS-EER v. Sprengseysen die Erdkruste allmälig ausgebildet seyn soll, nur dass dieser der mosaischen Kosmogonie treuer zu bleiben sucht. Die Entstehung der Erde war daher nach ihm ganz so, wie sie dort erzählt wird, die jetzigen Unebenheiten ihrer Oberfläche aber, namentlich die Berge, sind sämmtlich Wirkungen vulcanischer Kräfte, aus denen er zugleich die gesamme ten früheren Veränderungen abzuleiten sucht, von denen wir noch gegenwärtig Spuren entdecken, und im Allgemeinen muls man gestehen, dals die ganze Theorie mit erwiesenen Thatsachen innigat verilochten ist, so dals sie weit mehr Beifall gefunden haben würde, als sie wirklich erhielt, wenn die meisten Geologen nicht durch die scheinbare Ummöglichkeit einer zut Hebung solcher ungeheuern Massen erforderlichen Kraft abgeschreckt waren. Auch Whitehunst 2 schließt sich nach Inhalt und Darstellungsart seiner Hypothese am nächsten den eben mitgetheilten Ansichten an. Nach ihm war die Erde anfangs ein flüssiges Chaos aus Wasser und den fein zertheilten Stoffen aller Körper, woraus Wasser und Luft wegen ihres geringeren Gewichtes zuerst abgeschieden wurden. Die unter dem Wasser befindliche Oberfläche des festen Niederschlages war in Folge der Anziehung des Mondes und der dadurch erzeugten Ebbe und Fluth zwar uneben, allein die Höhe der hierdurch entstandenen Hügel betrug nicht über 50 Fuss. In der Folge entwikkelte sich im innern festen Theile der Erde das unterirdische

¹ Untersuchungen über die jetzige Oberfläche der Erde, besouders der Gebirge. Leipz. 1787. 8.

² Inquiry into the original state and form of the earth. Lond. 1778. Second. ed. 1786. 4. Deutsch mit Zus. u. Anm. Leipz. 1788. 8.

Feuer, debnte die Endschichten aus, hob den Messesgrund empor, durchbrach ihn endlich, das Wasser drang in die Spalten und vermehrte die Explosionen, so daß die emporgehobenen und fortgeschleuderten Massen sich zu den jetzigen Bergen aufschürmten. In die entstandenen Höhlungen dagegen drang ein Theil des Meeres und ließ seinen Boden mit den darauf niedergefallenen Schichten als trockenes Land zurück. Diese letzte Revolution ist nach Whitehunst die Sündfluth gewesen, welche große Veränderungen in der Temperatur hervorbrachte, so daß sich hieraus der antediluvianische Zustand unserer Erde und die Anwesenheit tropischer Pflanzen – und Thierreste in nördlichen Gegenden erklärt.

Ungleich weniger auf bekannte Thatsachen gestützt ist die Hypothese, welche PALLAS 1 sufgestellt hat. Nach ihm machten die hohen Granitberge allezeit Inseln aus, welche aus dem allgemein verbreiteten Meere hervorragten. An diese legten sich Schichten mit Lagern von Schwefelkiesen, woraus die ältesten Vulcane entstanden. Letztere zertrümmerten nach ihrer Entzündung die Schichten, schmolzen und verkalkten ihre Materien, bildeten daraus die ersten Schiefer - und Kalkgebirge, erzeugten Risse und Spalten, welche sie mit Gangmasse und Erzen füllten, und zerstörten die auf dem Moeresgrunde liegenden Conchylien und Muschelbänke, woraus wieder verschiedenartige Niederschläge gebildet wurden. Endlich veranlassten vulcanische Ausbrüche im Indischen und stillen Oceane eine große Fluth, deren Gewässer von dorther gegen die zusammenhängenden Bergketten von Europa und Asien strömten, südwärts gelegenen Länder zerstörten, an den niedrigsten Theilen der Bergketten durchdrangen, und die Ueberbleibsel tropischor Thiere und Pflanzea in den nördlichen Gegenden zurückließen, bis das Wasser in die uneröffneten Canale wieder abfloss. Hauptsächlich suchte PALLAS die Wirkungen einer solchen von Süd und Südwest herkommenden Floth aus der Abdachung der Bergketten darzuthun, wodurch dieser letstere Theil seiner Hypothese eine bedeutende Unterstützung erhielt.

Zu den minderwichtigen und weniger beachteten vulcani-

¹ Observations sur la formation des Montagnes, et les changements arrivés au globe. à St. Petersb. 1777. 4. Uchers. in Leipz. Samml. zur Phys. n. Naturgesch. II.

schen Hypothesen kann auch diejenige gerechnet werden, welche Joh. Gottlob Krüger aufstellte. Hiernach existirten für unsere Erde drei Hauptperioden ihrer Veränderungen. Zuerst war sie vom Wasser bedeckt, in welchem die Schalthiere lebten, und der flüssige Zustand verstattete die Annahme der abgeplatteten Gestalt. Dann brannte sie aus, die Conchylien wurden durch die Einwirkung der Hitze im Schiefer und andern geschmolzenen Massen begraben. Endlich wurde sie durch Erdbeben erschüttert, welche den Bergen, Hügeln und Sandlagen ihre gegenwärtige Gestalt gaben.

Mit großem Beifalle wurde von vielen, die sehr ins Einzelne gehende Hypothese des gelehrten Silberschlag aufgenommen, welche übrigens nicht ohne Zweng ganz der mosaischen Kosmogenie angepalst ist 3. Gott schuf also für jeden Weltkörper das Chaos desselben an der Stelle, welche er nachher im Weltraume einnehmen sollte. Am ersten Tage entzündeten sich die Sonnen und es begannen die Umdrehungen um die Axen. Am zweiten wurde die Absonderung der Luft vollendet, das Wasser blieb auf der Fläche und im Innern erfolgte die Versteinerung der gröberen Masse. Demnächst brach im Innersten eine ungemein elastische Kraft aus, die Wirkung des Centralfeuers. Es entstanden Höhlungen, und die Erde wurde an verschiedenen Stellen zu ungleichen Höhen emporgetrieben, so dass Berge und Hügel aus dem Wasser hervorragten, und . auch ein Theil der jetzigen Ebenen trocken wurde, weil eine große Menge Wasser in die inneren Höhlen drang, denen Silben-SCHLAG eine große Menge, wie Stockwerke über einander liegend und mit einem großen Centralgewölbe verbunden, annimmt. Aus diesem Höhlensysteme wird dann sehr künstlich die Möglichkeit der Sündsluth nach der Theorie des Heronsbrunnens erklärt, und aus beiden die allgemeine Verbreitung der Petrefacten abgeleitet. In jenen Höhlen sollen nämlich anfänglich die Conchylien gelebt haben, und durch das hervordringende Wasser fortgeschwemmt seyn, auf welchem die jetzt so

^{1,} Geschichte der Erde in den altesten Zeiten. Halle 1746. 8.

² Geogenie, oder Erklärung der mosaischen Erderschaffung nach physikal. n. math. Grundsätzen. Berl. 1780 u. 88. III Th. 4. Geprüft in: Philosophischphysische Fragmente über die Geogenie. 1ste Th. Breslau 1783. 4.

viel höher gelagerten fossilen Ueberreste tropischer Thiere wegen damals beginnender Verwesung als leichtere Körper schwammen, beim Absließen der Gewässer aber im Schlamme begraben wurden.

Wenn gleich nach Silberschlag die meisten Veränderunger der Erdoberfläche als Folge der großen Fluth anzusehen sind, so nimmt er doch bei der ursprünglichen Gestaltung der Erde die Wirkungen elastischer Medien und des Centralfeuers z Hülfe, und seine Theorie lässt sich in dieser Hinsicht den bisher mitgetheilten, im Wesentlichen vulcanischen, Hypothesen aschließen. Noch wohl zahlreicher aber, als diese, sind die neptunischen Theorien, wovon gleichfalls eine kurze Uebersicht folgen mag, nachdem zuvor die keiner von beiden Classen zugehörige Idee des berühmten FRANKLIN's erwähnt ist. Nach diesem 1 besteht die Erde inwendig aus einer Flüssigkeit, welche dichter ist, als alle bekannte feste Körper, und auf welcher die Erdrinde bloß schwimmt. Wäre aber die Luft nach den Mariotte'schen Gesetze im Innern der Erde verdichtet, so würde schon in einer Tiefe von 11. geogr. Meilen das Gold auf ihr War also ansanglich alle Materie wie ein Dung verbreitet, und fing die Schwere an zu wirken, so muste eine nach dem Mittelpuncte zu stets dichtere Luftkugel entstehen, in der sich die übrigen Körper, jeder in einer durch das statische Gewicht bestimmten Entsernung vom Mittelpuncte lagerten, und so eine Kruste bildeten. Manche, durch den Fall zu tief hinabgesunken, stiegen wieder in die Höhe, und setzten sich von unten an die Kruste, welche jetzt die Oberstäche der Erde bildet, und die auf-ihr ruhende Atmosphäre trägt. Die erste Bewegung konnte einen Wirbel, und dadurch die Axendrehung veranlassen. Wurde aber einmal die Axe verändert, so mulste das Fluidum seine Figur ändern, konnte die äussere Hülle zerbrechen, und dadurch vielfache Revolutionen bewirken. Starke Explosionen von Dämpfen konnten durch ihren Druck zuf das Fluidum unter der Kruste eine Welle verursachen, die auf · Tausende von (engl.) Meilen sich erstreckte, und alles Land über ihr erschütterte. Die große Menge von Eisen machte die Erde

¹ Transact. of the Amer. Phil. Soc. held at Philadelphia. Tom II. 1793. 4. Nr. 1. Auch in European Magaz. Aug. 1793. p. 137. Vergl. Art. Erde. Th. III. S. 1071.

magnetisch, allein auch das ganze Universum hat seinen Magnetismus, und vielleicht erhält dieser die Erdaxe stets in ihrer Lage u. s. w. Franklin gesteht selbst, daß es ihm an Zeit mangele, die Erde zu studiren, und er daher bloß seiner Phantasie gefolgt sey, indeß muß man sich doch wundern, daß es ihm anscheinend mit dieser Hypothese wirklich Ernst war.

JOHN WOODWARD ¹ ist wohl ohne Zweisel einer der ältesten und eigentlichsten Neptunisten, dessen Theorie aber ihrer
Natur nach niemals Beisall erhalten konnte. Nach ihm war die
Erde eine Wasserkugel mit sester Rinde. Gott hob einmal die
Schwere und die Cohäsion auf, wonach alle Dinge unter einander
gemischt wurden, und bloß die Fibern der Thiere ihren Zusammenhang beibehielten, daher auch der allgemeinen Auslösung
nicht unterlagen. Darauf entstand die Schwere wieder, die Stoffe
sanken in Schichten nieder, woselbst auch die Reste der Thiere
sich lagerten. Auch die neue Rinde zerbrach an einigen Stellen, ließ das Wasser eindringen, wodurch zugleich die Unebenheiten der Erde entstanden, und das übrige vollendete die
durch ein Wunder herbeigeführte Sündsuth.

JOHANN SCHEUCHZER 2 nimmt zwar an, dass die Erde ursprünglich als ein Niederschlag aus dem Wasser gebildet sey, und dass aus dieser Ursache die Schichtungen erklart werden könnten. Um aber die hohen Berge hiermit in Uebereinstimmung zu bringen, soll nach einer zweiten Fluth ein Theil (der steinigen und sesten Erdrinde durch ein Wunder der Allmacht Gottes gehoben seyn, wobei ein Theil des Wassers in die entstandenen Höhlungen drang, und die Ebenen trocken wurden.

Ohne gerade ein Wunder zu Hülfe zu nehmen, 'erklarten die meisten Geologen nachher die Bildung der Erde auf eine der angegebenen Theorieen sehr ähnliche Weise. Nach HOLLMANNS ist die Erdkruste ein Niederschlag aus dem Wasser, wovon ein Theil einstürzte, ein anderer durch das Eindringen des Wassers in die hierdurch entstandenen Räume trocken wurde. von Gleichen, genannt Russworm nimmt an, die Erde sey an-

¹ Historia naturalis telluris. Lond. 1695. 8. An Essay towards the natural history of the Earth. Lond. 1733. 8.

² Hist. de l'Acad. des Sc., de Paris. 1708.

⁸ Com. Gott. T. III. vom Jahre 1753.

⁴ Von Entstehung, Bildung, Umbildung und Bestimmung des Erdkörpers. Nürnb. 1782. 8.

fangs eine bloße Wasserkugel gewesen und habe Fische ernährt, aus deren Verfaulung Erde entstanden sey, welche den festen Körpern zur Bildung diente. Diese Gährung sey mit Hitze verbunden gewesen, durch welche Aufblähungen und Erhebungen herbeigeführt wurden, so dass ein Theil der Erdkruste aus dem Wasser hervortrat, und dem Sonnenlichte ausgesetzt wurde. Das Wasser nimmt immerfort ab, die Wärme zu, und so wird, ganz im Gegensatze mit Büffon's Theorie, die Erde durch Wallerius 1 lässt die Elemente Hitze unbewohnbar werden. aller Körper im Wasser aufgelöset seyn, woraus die festen Theile durch Niederschlag und Concretionen gebildet wurden. vielem Scharfsinn und reichen mineralogischen und chemischen Kenntnissen bringt er dann diese Theorie mit der Mosaischen Kosmogenie in buchstäbliche Uebereinstimmung. Auch Linne 2 glaubt an ein allmäliges Hervorkommen der Erde durch stete Abnahme des Wassers, eine Idee, welche durch das vermeintliche Sinken des Meeres an den skandinavischen Küsten herbeigeführt wurde. Es schliefst sich hieran endlich die Hypothese Genmann's 3, wonach ursprünglich bloß Kieselerde, Feuer und Wasser erschaffen wurden, aus denen durch die Bewegung im Chaos Erden, Salze, Schwefel u. s. w. entstanden, die sich in Schichtungen lagerten, von denen einige durch Erhitzung und Ausbrüche fixer Luft gehoben und zertrümmert wurden.

Viele Geologen haben, wie zum Theil schon oben erwähnt ist, eine Veränderung in der Richtung der Erdaxe angenommen, um daraus namentlich das Vorhandenseyn von Ueberresten tropischer Thiere und Pflanzen zu erklären. Keiner hat aber diese Hypothese so weitläuftig und bestimmt durchgeführt, und auf das Einzelne der Thatsachen angewandt, als der Abbe Plücht. Nach ihm fielen bei der Bildung der Erde die Ebenen des Aequators und der Ekliptik zusammen, woraus ein steter Frühling entstand, und daneben lag das Meer großentheffs in unterirdi-

¹ Physischehemische Betrachtungen über den Ursprung der Welt, besonders der Erdwelt u. ihre Veränderungen. A. d. Lat, Erfatt 1782. 8.

² De telluris habitabilis incremento In Amoen. Acad. Vol. II.

³ Versuch einer Geschichte des Mineralreichs. Berl. 1781. 8.

⁴ Spectacle de la nature. à la Huye 1738, T. III. P. 2. Schoa früher äusserte F. Bersier diese Hypothese. S. Voyages cet. Amst. 1699. II. 326. und Louville in Hist, de l'Acad. 1716. p. 48.

sehbn Höhlen verborgen. Pittalich tenkte der Schöpfer die Erdaxe schief nach den nordlichen Gestirnen, die Sonnenhitze fiel auf die eine Halbkugel, es entstanden gewaltsame Ausdehmungen der Luft, Stürme trieben das Wasser aus den unterirdiachen Höhlungen, auch stürzte eine Monge aus der Atmosphäre harab, und es entsteht die Sündsluth, webei Theile der zerbrochenen Erdrinde in die Tiefe herabstürzten. Durch Ausdünstung und Ablanfen des Wassers wird ein Theil der Erdrinde wieder trocken, zeigt aber noch jetzt die Sparen der früheren Verwüstung. Manche Geologen haben späterhin diejenige frühere Richtung der Erdaxe nachsuweisen versucht, aus welcher nach erfolgter Veränderung die Anwesenheit tropischer Thierund Pflanzenreste in hohen Breiten erklärlich würde; es gentigt indess hiergegen nur im Allgemeinen zu bemerken, dass die Astronomen, und unter ihnen namentlich LA PLACE 1, eine solche Veränderung der Erdaxe mit den Gravitationsgesetzen ganz unverträglich finden.

Eine eigene, und nicht wenige Ankänger zählende Classe von geologischen Hypothesen machen diejenigen aus, nach welchen die Erdrinde allmälig derch die Wirkungen bekannter Naturkräfte gehildet wurde, von dehen die wichtigsten gleichfalls kurz erwähnt werden mögen. Boundunt 2 erklärt die Bildung der Berge eus Strömungen des chemaligen Metres, auf dessen Grund schon starke Lagen . von Edd - und Seethieren niedergefallen waren. Die Berge sollten hiernach auf gleiche Weise von Thälern durchschnitten seyer, als manche Ufer der Flüsse mit parallelen Seiten fordaufen, wobei aber Boungurr vergessen zu haben scheint, dals hierhach eigentlich die Berge schon hätten in der Tiefe des Meeres vorhanden seyn müssen. Aufmerksamer auf diesen Umstand war LE CAM 3: Nach ihm entstanden die Berge auf dem Grunde des Meeres durch die Anziehung des Mondes und die hierdurch bewirkte Ebbe und Fluth. Indem hierdurch an einigen Stellen bedeutende Anhäufungen und Erhebungen entstanden, zog sich das Meer in die zugleich gebildeten Vertiefungen zurück, und ein Theil der Erdkruste wurde trocken.

¹ Expos, du Syst, du Monde. II. 138.

² Lettres philosophiques sur la formation des sels et des cristans à Amet. 1729. 12.

³ Magazin Français. 1750 Juillet.

diese Wirkungen noch stets fortdanern, so soll zuletzt das Meer ganz in die ausgehöhlte Erde versinken.

Eine eigene Erwähnung werdient vorzüglich die Theorie, welche durch MAILLET 1 nicht blos als Hypothese aufgestellt, sondern auch zu bedeutendem Ansehen erhoben wurde, indem er sie mit einer außerordentlichen. Menge von Thatsachen unterstützte, deren er eine große Zahl nicht sowohl aus der Wirklichkeit, als vielmehr aus seiner Phantasie heinahm, alle aber, wahre und falsche mit seltener Dreistigkeit als ausgemachte Thatsachen darzustellen wußte. Nach ihm war die Erde ursprünglich eine ausgebranute Sonne, welche nach einer seltsamen Voraussetzung ehemals den Platz der jetzigen Sonne eingenommen hatte, dann an ihren gegenwärtigen Ort geschleudert, und mit Wasser von den übrigen Planeten überschwemmt seyn sollte. In diesem Wasser, dessen Boden ursprünglich uneben war, bildeten sich die Lagerungen der Gebirge mit den zahlreichen Ueberresten seiner früheren Bewohner. Das Wasser dunstet stets mehr aus, nimmt dadurch ab, und wird endlich die dem Mittelpuncte der Planeten stets näherrückende Erde als brennende Sonne wieder zurück lassen. Von dem ehemaligen Brande erhielten die Mineralien und namentlich die Metalle ihren Ursprung, die jetzige, noch stets fostdauernde Verdunstung des Meeres aber beträgt drei Fuls in tausend Jahren. Ungleichheiten der Berge und die eingeschnittemen Thäler sind Folgen der Meeresströme. Aus dem Wasser sind alle Pflanzen und Thiere, ja selbst auch die Menschen entstanden, welche ansangs Bewohner des Meeres waren. Sonach sind die hiblischen Sohöpfungstage lange Perioden, und das Alter des Menschengeschlechts beträgt mindestens eine halbe Million Jahre. Es war indess kaum der Mühe werth, dass nie Lüc sich bestrebte, diese Theorie ernstlich zu widerlegen, um den Beifall zu mindern, den dieselbe durch eine sehr elegante Darstellung erhalten hatte.

Von ungleich größerem Gehalte, auf eine Menge ausgemachte Thatsachen gestützt, und keineswegs mit durchaus fabelhaften Erdichtungen durchwebt, als die eben mitgetheilte

¹ Telliamed, on Entretiens d'un Philosophe Indien avec un Missionaire François sur la diminution de la Mer. Nouv. ed. à la Haya. 1755. T. II. 12.

Hypothese, ist diejenige, wonach WREDE 1 viele Veränderungen der Erdoberfläche und hauptsächlich das Vorkommen tropischer Thiere und Pflanzen in höheren Breiten aus einer früherhin ungleich größeren Schiefe der Ekliptik zu erklären sucht. Den wesentlichsten Elementen nach beruhet seine Theorie auf folgenden Grundsätzen. Die ganze nördliche Halbkugel soll ehemals unter Wasser gestanden haben, aus welchem die höchsten Bergspitzen als einzelne Inseln herausragten, und so mulste die Erde nach dem Verlaufen des Wassers die jetzige Gestalt annehmen, mit Rücksicht auf die Veränderungen, welche das Herabschwemmen der oberen Gebirgstheile in die Vertiefungen hervorbringen musste, und welche nach unleugberen Thatsachen nicht unbedeutend sind. Insbesondere waren einzelne Theile der Erdobersläche nicht immer von Meeren so durchschnitten, wie gegenwärtig durch anhaltende Meeresströmungen geschehen ist, z. B. die Meerenge von Gibraltar, der Canal zwischen England und Frankreich, der Sund u. s. w. Auf diese Weise und unter der Voraussetzung einer früheren größeren Schiefe der Ekliptik erklärt sich dann leicht, wie tropische Thiere und Psianzen in so hohe nördliche Gegenden kommen. WREDE bezieht sich nämlich auf Berechnungen von LA GRANGE 2, LA PLACE 3 und vorzüglich SCHUBERT 4, wonach die Schiefe der Ekliptik in einem Zeitraume von 65000 Jahren zwischen 20° 43' und 27° 45' variire. Diesemnach soll sie seit 4000 Jahren im Abnehmen seyn, und noch 4900 Jahre im Abnehmen bleiben, worauf sie 22° 53' seyn würde 6. - Die Abnahme beträgt in 100 Jahren nicht über 50 Sec., und wenn man sie zu 42".5 annimmt, so fiele das Maximum 36300 Jahre zurück. ihre Schiefe damals 27° 45', so war im nördlichen Deutschlande italienisches Klima, woneben noch außerdem die Hitze durch die lange Dauer der Tage bedeutend gesteigert werden musste. Es konnten dann wohl die tropischen Thiere über den Hellespont

¹ Geologische Resultate aus Beobachtungen über einen Theil der südbaltischen Länder. Halle 1794, 8. Vergl. Mon. Cor. VI. 102.

² Mem. de l'Acad. de Paris 1774. u. Mem. de Berlin. 1782.

⁸ Mém. de l'Ac. 1789.

⁴ a. vers. O. hauptsächlich in der älteren Ausgabe seiner theor. Astronomie.

⁵ Vergl. Boon in Schriften d. Berl. Ges. Nat. Fr. II. 803.

und Gibraltar bis nach Deutschland und noch höher hinaufkommen, wenn sie der Nahrung machgingen; und sie fanden bei plötzlich eintretenden kalten Wintern in eben den Höhlen ihren. Untergang, worin sie im Sommer angenehme Kühlung genosses Die größere Wänne erzeugte stärkere Regen und Gewitter, die höhere Kälte des Winters mehr Eis, bei desses Schmelzen aber stärkere Ueberschwemmungen eintreten mußten, welche die großen Granitblöcke fortschwemmen konnten, und überhaupt auf die Oberstäche der Erde gewaltsamer zerstörend einwirken musten. Es, ist allerdings einleuchtend, dass aus der Annahme eines so bedeutenden Unterschiedes der Schiefe der Ekliptik vieles, und namentlich in Beziehung auf die gefundenen Petrefacten, erklärt werden könne, auch setzt Schubenta die aussersten Grenzen dieser Schiese sogar zwischen 18° und 29°; allein keineswegs sind alle Astronomen rücksichtlich dieser hochst schwierigen Bestimmung einig, vielmehr setzen DE LAM-BRE 2, PIAZZI 3 u. a. die Grenze der Veränderung nicht großer. als 1° 20'. Außerdem aber genügt die Hypothese keineswegs, um über die gesammte Umbildung der Erdrinde genügende Auskunst zu geben .-

Als eine eigenthümliche Hypothese dieser Classe kann diejenige erwähnt werden, durch welche Lamank insbesondere
die allgemeine Verbreitung versteinerter Meeresgeschöpfe zu erklären suchte. In der Hauptsache entsteht nach ihm durch Flutung und Wellenschlag noch fortdauernd, wie früherhin, Land
aus dem Meere, und wird an anderen Stellen wieder weggerissen, so dass also hiernach Festland und Meer, rücksichtlich ihres Ortes auf der Erde einem anhaktenden Wechsel unterworfen
sind. Uebergehen wir das Weitere dieser in dem genannten
Stücke eigenthümlichen Hypothese, so ist die angenommene
Thatsache in sofern allerdings richtig, als an einigen Orten die
Meeresküsten wachsen, an andern dagegen abnehmen. Allein zur Erklärung des vorliegenden geologischen Problems ist
die Hypothese durchaus unzulässig, weil nach dem Zeugnisse

¹ Populäre Astronómie III. 290.

² Astronomie theor. et prat. III. 195.

S Astronomie. d. Ueb. S. 174.

⁴ Hydrogeologie u. s. w. a. d. Franz. mit Anmerk. von Wards. Berl. 1805.

der erfahrensten Geognosten, namentlich v. Humboldt's, sich in allen solchen, durch das Meer gebildeten Absetzungen nur Bruchstücke und Trümmer von Seethieren finden, keineswegs aber ganze Lager wohlerhaltener und regelmäßig über einender geschichteter Thiere. Weit mehr den Thatsachen angemessen und überhaupt einer inneren Consequenz keineswegs ermangelnd sind die Hypothesen derjenigen, welche das gegenwärtige Festland für einen Niederschlag aus dem Meere halten, wo dann die zahlreichen Seethiere zugleich mit niederfielen und sich daher jetzt in so ungeheuer ausgedehnten und mächtigen Lagern wiederfinden. Dabei wird zugleich mit vielem Scharfsinn und mit großer Sachkenntnils nachgewiesen, wie die rohere Natur anfangs die gröber organisirten Geschöpse erzeugte, die späteren dagegen eine höhere Bildungsstufe zeigten, bis der Meeresgrund allmälig trocken wurde, und die Reste der früheren Landthiere in den neuesten Gebilden der Erdkruste begraben werden mußten. Die größte Schwierigkeit hierbei bietet die Nachweisung dar, wo das viele, zu einer so hohen Bedeckung der Erde erforderliche Wasser geblieben seyn möge, und man fühlt leicht, dass die hierfür zu Hülfe genommene Verdusstung des Wassers, seine Aufnahme zur Bildung organischer Körper, als Krystallisationswasser mancher Fassilien u. dergl. nicht genügen, um dieses Problem vollständig zu lösen. Solche allerdings interessante Versuche zur Erklärung der allmäligen Bildung und Umwandhing der Erdkruste haben unter andern Lavoisien 1, PATRIN, POIRET, LACEPEDE und BROSNIARD geliefert 2.

LAMARK hat indess seiner Hypothese auch eine andere Ansicht gegeben, indem er die Niederschläge im Meere allmälig entsteken lässt, und dann zugleich annimmt, die Erdaxe habe ihre Richtung nicht plötzlich, sondern in langen Zeiträumen geändert, wodurch die früher äquatorischen Gegenden, welche vom Meere bedeckt weren, trocken werden, und die polarischen dagegen unter eine Lage von Wasser kommen mussten, deren Höhe nach dem Verhältniss der beiden Erdaxen nicht weniger als einige Meilen betragen könnte. Es lässt sich nicht in

¹ Mem. de l'Acad. 1789. p. 351.

² J. de Phys. LX. 226 u. 806. LXI. 1. LXII. 80 LXV. 45. u. a. a. 0. Vergl. F. S. Voict Grundzuge einer Naturgeschichte u. s. w. 1817. 8. Daudmand de Ferrussac bei Gilb. XLV. 413.

Abrede stellen, dass eine solche Verrückung der Erdaxe, und namentlich eine allmälige, die schwierigsten geologischen Prebleme zu lösen im Stande seyn würde, weil hiernach alle Theile der Erde, ohne Aenderung der Form des Erdballs im Allgemeinen unter heißen und kalten Zonen, trocken und mit tiefen Meeren bedeckt gewesen seyn könnten, auch ist diese Idee nicht neu, vielmehr schon im 15ten Jahrhundert durch ALEXANDER AB ALEXANDRO 1 und später durch viele andere geäußert. eine sinnreiche Hypothese kann es ferner betrachtet werden, wenn Warde 2 die Frage aufwirft, ob sich eine veränderliche Excentricität des Schwerpunctes unserer Erde annehmen lasse. Wäre dieses, so lässt sich leicht zeigen, dass dann das Meerwasser an einer Seite der Erde 12000 und viel mehrere Fuß höher stehen musste, als an andern, um bei einer verhältnismäßig nicht großen Excentricität des Schwerpunctes das Gleich-Wollte man aber ferner eine gewicht wieder herzustellen. Veränderung dieser Excentricität durch Verrückung des Schwerpunctes von einer Seite nach einer andern und nach der entgegengesetzten annehmen, so ließe sich hieraus leicht erklären, warum in den verschiedensten Theilen der Erde die Petrefacten auf den hochsten Bergen gefunden werden, und die Niederschläge aus dem Meere in manchen Lagerungen der Gebirge kenntlich sind.

Die Theorie, welche J. A. DE Lüc sehr umständlich vorgetragen, mit einer Widerlegung früherer Hypothesen begleitet, in verschiedenen Werken wiederholt und gegen die ihm gemachten Einwürfe zu vertheidigen gesucht hat, möge die ohnehin lange geschichtliche Uebersicht der verschiedenen Meinungen über diesen interessanten Gegenstand beschließen. Es ist allerdings schwer, eine so ausführliche, in vielen Stücken selbst weitschweifig vorgetragene Hypothese kurz darzustellen, da sie inzwischen in den neuesten Zeiten an Ansehen sehr verloren hat, so möge folgende Uehersicht der Hauptpuncte genügen. De Lüc 3 nimmt mit mehreren Geologen an, das die eigentliche

¹ Genialium dierum Libri VI. L. V. Cap, 9.

² N. Schriften d. Ges. Nat. Fr. III. 198.

⁸ Lettres physiques et morales cet. 1779. V Tom. 8. Physikslische u. moralische Briefe, cet. mit Abkürzungen übers. von J. T. Genlen. Leipz. 1781. II Tom. 8. Lettres sur l'histoire physique de la

Bich&pfung sowohl des Weltalls im Allgemeinen, als auch der Exde im Besonderen kein Gegenstand mensehlicher Forschung und Erkenntnils sey, sondern als ein Werk der Allmacht Gortes beswachtet werden müsse. In dieser Beziehung also, und überhaupt zur Erklärung der allmäligen Bildung der Erdoberfläche schließet er seine Untersuchungen genau an die mosaische Schapfungsgeschichte, deren Tage nach ihm gewisse ungleich lenge Perioden sind. Anfangs war nämlich die Erde eine chaotische Masse, welche durch das zuerst erschaffene Licht (nicht Ber Leuchtung von der Sonne) belebt wurde, so dass Feuer und Waswer sich schieden, und die aus einem trüben Gemenge bestehende Erde Rotation und somit Form erhielt. In der zweiten Periode fielen nach den Gesetzen der Affinitäten eine Menge der festen Theile nieder, und bildeten die Granitrinde der Erde, während die expansibalen Flüssigkeiten sich zur Atmosphäre vereinigsen. wohei jedoch unter dem Granit eine Schlammschicht und ein Kern aus staubartigen Theilen zurückblieb. Ueber dem Granit fielen Gneus, Wacke und Thonschiefer aus dem Wasser nieder, welches sich während dem in dieser dritten Periode in den Schlamm und Staub unter dem Granite zurückzog. Durch das Einsinken eines Theiles der festen Masse, entstanden Ungleichheiten und Höhlen, dezen Decken nachher in einem großen Umfange einstürzten, so dass das Wasser daselbst zusammenfloss endere Theile aber auf das Trockene kamen, wodurch Land und Meer geschieden wurden, und auf dem ersteren Vegetation eintrat, während auf dem Boden des letzteren aus den Trümmern der umgestürzten Primordialschichten unser jetziges festes Land gebildet ward. In der vierten Periode fing die mit dem Lichte weichfalls vereinigte Sonnenmasse an sich zu zersetzen und auf die Erde Licht zu senden, wodurch die Wärme auf derselben ungeschwächt erhalten wurde. In die fünfte Periode fällt die Bevölkerung des Meeres und das Absetzen des Kalksteines, worin die ersten Spuren begrabener Seethiere vorkommen. Durch abermalige Einstürzungen erhielten die Lagen eine schiefe Richtung zugleich bildeten sich neue Kalksteinschichten mit einer großen

Terre, adressées à M. Blunzhbach et renferment de nouvelles preuves géologiques et historiques de la Mission de Moyse. à Paris. 1779. 8. Geologische Briefe an H. H. Blunzhbach. a. d. Fr. in Lichtenb. Mag. VIII. n. ff.

Menge von Versteinerungen, die Steinsalzlager und Sandsteinformationen wurden abgesetzt, auch begannen vulcanische Ausbrüche, und in diese Periode gehört auch vermuthlich die Bildung der Gange nebst den Erzen. Eine plötzliche Revolution, durch abermalige Einstürzungen veranlafst, brachte den bisherigen Meeresgrund aufs Trockene und begrub das bis dahin trokkene Land unter dem Meere, das Wasser verlief sich allmälig in die unterirdischen Höhlen, das Festland wurde bewohnber und durch den letzten Act der Schöpfung mit lebenden Wesen erfüllt, welches insgesammt zur sechsten Periode gehört. Von da an erlitt die Erde keine große Revolution mehr, außer die Sündfluth, welche auf diejenige Weise durch atmosphärisches und das aus den inneren Höhlen hervordringende Wasser entstand, wie Moses beschreibt, und zugleich die Ueberreste urweltlicher Thiere in solche Gegenden führte, wo sie gegenwärtig nicht mehr leben können. Endlich meint nu Luc, das Alter des jetzigen Festlandes seit der letzten Katastrophe betrage nicht mehr als 4000 Jahre.

Diehier in ihren weserelichsten Elementen mitgetheilte Hypothese ne Luo's, welche hauptsächlich aus seinem zuletzt genannten Werke entnommen ist, und welche er auch späterhin stets lebhast vertheidigte, erscheint als streng neptunisch, mehr als die etwas hiervon verschiedene, welche sein esstgenanntes gröfseres Werk enthält, indem denach innere Gährungen und vulcamische Ausbrüche eine Menge Veränderungen hervorgebracht haben sollen. Sie fand vielen Beifall hanptsächlich deswegen, weil sie mit einer außerordentlichen Menge geognostischer Thatsachen ausgestattet ist, welche der gelehrte Erfinder derselben theils aus andern Werkerr entlehnt, theils auf vielen Reisen selbst gesammelt hatte. Unter ihren Anhängern mögen indels nur zwei genannt werden, nämlich A.v. Humsoln rund DE LA METERnik. Von dem ersten berühmten Gelehrten haben wir indes nur einige frühere Abhandlungen 1, worin verschiedene jener Ideen gleichfalls aufgenommen sind, von dem letzteren aber mehrere ausführliche Werke 2, welche mit so großer Weitschweißgkeit

¹ J. de Phys. LIU. u. LX.

Théorie de la Terre. à Paris 1795. III vol. 8. 2me ed. 1797.

Yevol. 8. Hauptsächlich Leçons de Géologie, données au collége de France. à Paris 1816. III vol. 8. Ausserdem viele Abhandlungen im

eine ähnliche Theorie, als die von de Lüc aufgestellte zu vertheidigen suchen, dass bei den jetzt so sehr vermehrten Thatsachen und so vielsach abgeänderten Ansichten die wenigsten Geognosten es für der Mühe werth erachten, dieses alles zu lesen, und eine Mittheilung des hauptsächlichsten Inhaltes mir hier daher ganz überslüssig scheint. De Lüc fand indels auch mehrere Gegner, wie denn überhaupt schon alle Anhänger der vulcanischen Theorie der seinigen entgegen seyn musten. Inzwischen nenne ich hier nur I. H. A. Reimanus, welcher eine eigene sehr gründliche Kritik seiner Hypothesen geliefert hat ¹, deren Mittheilung mir aber gleichfalls überslüssig scheint.

Gegenwärtig kann man annehmen, dass die Geologen insgesammt zwei Classen bilden, nämlich die der Neptunisten und die der Vulcanisten, mit einem bedeutenden Uebergewichte der letzteren 2. Zwar hat dieser Unterschied schon von den frühesten Zeiten des geologischen Studiums an bestanden, jedoch nicht in derjenigen Gestalt, wie gegenwärtig, wo es sich um die Hanptfrage handelt, ob die sogenannten Urgebirge, namentlich die granitischen und die ihnen verwandten, ihre Krystallisation im feurigen oder wässerigen Flusse erhalten haben. Obgleich die Ansichten der verschiedenen Geologen in einzelnen Stücken der Natur der Sache nach verschieden seyn müssen, und alle Einzelnheiten der abweichenden Meinungen hier unmöglich namhaft gemacht werden können, so darf man doch unbedenklich zwei berühmte Gelehrte, nämlich WERNER und HUTTON als die Repräsentanten der beiden, jetzt noch gangbaren Theorieen nennen, welche obendrein sich in ihren Meinungen durchaus entgegenstehen. WERNER, der Begründer der neueren Mineralogie, insofern er in seinen zahlreichen Schülern und durch dieselben einen seltenen Eifer für diese Wissenschaft in allen cultivirten Ländern anzuregen wulste, stellte nur als Einleitung

Journal de Physique, hauptsächlich discours prémilinaire zu vol. LXXX. Vergl. Fonstan's Nachträge zu de la Metherie in Beobachtungen und Wahrheiten u. s. w. Leipz. 1798. 8.

Ueber die Bildung des Erdhalls und insbesendere über das Lehrgebäude des H. DE Lüc. Hemb. 1802, 8.

² In Edinb. Phil. Journ. N. XIV. 876 werden die bedeutendsten Geologen in der Ordnung, wie sie mehr dem Neptunismus oder dem Valcanismus anhängen, zusammengestollt,

zu seiner Geognosie ein geologisches System auf 4, welches rin und absolut neptunisch die damals bekannten Beobachtungenüber die Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Gebirgsarten erkliren sollte. Nach ihm bestand der Erdball ursprünglich aus eine wässerig flüssigen Masse, aus welcher die verschiedenen Gebirgarten in einander folgendeu Zeiträumen niederfielen, u. z. i folgender Ordnung: 1. Die Urgebirge, welche aus einer Reite von Gebirgsarten, nämlich Granit, Gneus, Glimmerschiefer und Thouschiefer bestehen, sind in dieser Ordnung nach einander niedergeschlagen. 2. Dabei nahm die Flüssigkeit an Masse wenigstens um die Hälfte ab. 3. Dann folgte eine Revolution, welche das Wasser wenigstens bis zur halben Hohe der Urgebirge trieb, wodurch sowohl auf dem Wege der Auflösung als and der Fortschwemmung die Uebergangsgebirge entstanden. 4. Nach dieser Revolution folgte ein Zustand der Ruhe zum Behuf der Vegetation und Animalisation. 5. Darauf wurde durch eine abermalige Revolution in der Flüssigkeit ein Theil der Ur- und Uebergangs - Gebirge zerstört, sammt den organischen Geschepfen, und aus den Trümmern entstanden die Flotzgebirge. & Durch diese zwei Revolutionen wurde aller Sand aus den fortgerollten quarzigen Gebirgstrümmern erzengt. 7. Seit der Bildung der Flötzgebirge haben nur partielle Revolutionen stattgefunden, hauptsächlich durch Strömungen erzeugt, wobei die angeschwemmten Gebirge abgelagert wurden. 8. Die Krystallisationskraft nahm allmälig ab, die sich bei der Bildung des Granites so hervorstechend gezeigt hatte, woraus das blätterige Gefüge der späteren Formationen erklärlich wird. 9. Der Basalt ist die jüngste Formation und nur durch eine Ueberschwemmung entstanden, welche die früheren, schon gebildeten Gebirgsarten bedeckte.

Bei aller Achtung, welche Werner als der größte Mineralog seiner Zeit genoß, konnte sich seine geologische Hypothèse doch unmöglich eines ungetheilten Beifalles erfreuen, so gern auch seine zahlreichen Schüler sie vertheidigt hätten, und ihr auch wirklich anhingen, so lange ihre Kenntniß von der eigentlichen Structur der Erdrinde sich hauptsächlich nur auf dassenige erstreckte, was sie in der Umgebung ihres verehrten Lehrers, namentlich bei Freyberg im Erzgebirge, gesehen hatten.

¹ Kurze Classification und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten. Dresden 1787. 8. Neue Theorie d. Gänge. Freib. 1791. &

Auf die Dauer konnte sich aber das System in seiner ganzen Ausdehnung unmöglich halten, weil es nicht einmal so vollständig and in sich selbst consequent abgerundet war als das von Dr Lüc aufgestellte. WERNER postulirt nämlich Revolutionen, ohne die phýsischen Kräfte, wenn auch nur hypothetisch, nachzuweisenwodurch dieselben nothwendig herbeigeführt wurden, und läßt daneben die Höhe und Menge des Wassers abnehmen und zunehmen, ohne die Mittel aufzusuchen, welche einen solchen Wechsel möglich machten, anstatt dass nu Luc allen möglichen Scharfsinn aufbietet, um diesem schwächsten Puncte seiner Hypothese irgend eine scheinbare Stütze zu verschaffen. Indels wurde sein System nicht von dieser Seite, sondern zuerst hinsichtlich der Entstehung des Basaltes angegriffen, und obgleich seine Vertheidiger alles mögliche aufboten, um die Entstehung desselben durch Pracipitation aus einer Flüssigkeit zu retten, so wurde doch bald die innige Verwandtschaft desselben mit den Laven und also sein vulcanischer Ursprung bis zu einer solchen unwidersprechlichen Gewissheit dargethan 1, dass man es nur aus einer großen Vorliebe WERNER's für die Einfachheit des von ihm in Anspruch genommenen Mittels zur Bildung der verschiedensten Felsarten erklären kann, wenn ihn nicht die schon früher bekannten Thatsachen zu einer gleichen Ueberzeugung führten. Gegenwärtig lässt man es aber bei diesem Streitpuncte nicht mehr bewenden, sondern die Hauptfrage der Geologen betrifft den meptunischen oder vulcanischen Ursprung der ältesten Gebirgsarten, namentlich des Granites.

Als Repräsentant der Vulcanisten wird mit Recht C. HUTTON genannt, welcher schon zur Zeit des sehr allgemein herrschenden Neptunismus die wesentlichsten Veränderungen der Erdkruste vulcanischen Kräften zuschrieb?. Hutton hat allerdings mit großem Fleisse eine für die damalige Zeit beträchtliche Menge von Thatsachen gesammelt, welche zu der Ueberzeugung führ-

¹ Vergl. Art. Erde. Th. III, S. 1097.

² Hutton's Theorie findet sich zuerst in Trans. of the R. Soc. of Edinburg I. 209 your Jahre 1788 besonders herausgegeben als: Theorie of the Earth, Edinb. 1795. II vol. 8. Illustrations of the Huttoniau Theory. etc. by J. Playfair. Edinb. 1802. 8. Explication de Playfair sur la Théorie de la Terre par Hutton, et examen comparatif des systèmes géologiques fondés sur le feu et sur l'eau, par M. Murray. etc. Par. et Londres. 1815. 8.

ten, dals die Bestandtheile der Erde ursprünglich nicht im Wasser aufgelöset seyn konnten. Einige der wesentlichsten sind folgende: Es giebt Stücke fossilen Holses, welche nur bis zu einer gewissen Tiefe in Feuerstein verwandelt, übrigens aber unversehrt geblieben sind. Sie können also nicht von einer wässerigen Auflösung der Kieselerde durchdrungen seyn, weil sie sonst ganz daven durchdrungen seyn mülsten, also waren sie von fewig geschmolzenem Kiesel umgeben. (Dieses leicht zu widerlegende Argument ist ungleich weniger gewichtig als die folgenden). findet sich der Schwefel in ungehourer Menge mit den Metallen zu Erz verbunden, namentlich mit dem Eisen. durch eine wässerige Auflösung beider Substanzen geschehen so hätten schwefelsaure Metalisalze, namentlich statt Schwefelkies Eisenvitriol, entstehen müssen, und es läßt sich daher nur eine Verbindung dieser im geschmolzenen Zustande befindlichen Substanzen denken. Die sich so häufig findenden gediegenen Metalle, der von LaPaynouse im regulinischen Zustande in kleinen Körnern gefundene Braunstein, des von Dn. BLACK gefundene krystallisirte Natron ohne Krystallisationswasser können nicht wässerig flüssig gewesen seyn, auch das Aufeinandersitzen von Spath, Quarz, Schwefelkies und anderen Mineralien wäre auf diese Weise unerklärlich. Insbesondere aber sind die meisten Erden, namentlich diejenigen, welche den Granit bilden, im Wasser so wenig auflöslich, dass die zu ihrer Auflösung und nachherigen Krystallisation erforderliche Menge von Wasser ganz undenkbar ist. steht der Annahme einer durch Hitze bewirkten Flüssigkeit un so weniger etwas entgegen, als die Versuche von Da. Bendossi beweisen, dals es bei einem Gemenge aus Erden und metallischen Stoffen nach ihrer Schmelzung bloß auf die äußeren Bedingusgen, namentlich die Zeit des Erkaltens, ankommt, ob sie die gleichartige Structur des Basaltes oder die ungleichartige des Grnits annehmen, indem selbst das Réaumur'sche Porzellan aur dadurch erhalten wird, dass man dem geschmolzenen Glase durch langsame Abkühlung ein krystallinisches Gefüge giebt. Endlich beweiset Hurron mit überwiegenden Gründen, dass der Basalt nicht anders als auf trockenem Wege flüssig gewesen seyn könne, wie sowohl aus seiner eigenen Beschaffenheit, als auch aus sei-

¹ Wird auf Phil. Trans. 1791. p. 56. verwiesen.

men Umgebungen folge, indem derselbe in jeder Hinsicht sich an die Laven anschließe. Wenn aber dieses zugestanden ist, so folgt ganz unverkennbar weiter aus der häufigen Verbreitung dieser Felsart, namentlich an den Küsten Großbritanniens und auch überall sowehl auf dem Continente als auch auf den zahlreichen Inseln, daß die ganze Erdobersläche im Laufe einer unbestimmt langen Zeit durch vulcanische Kräfte eine große Menge von Veränderungen erlitten habe, und es lasse sich nicht annehmen, daß jene Kräfte, welche noch jetzt vielfach so gewaltsame Zerstörungen aurichten, nicht auch früher, und namentlich hei der anfanglichen Ausbildung des Erdballs noch ungleich heftiger gewurkt haben sollten.

HUTTON'S Theorie, welche hier nur in ihren wesentlichsten Elementen dargestelltist, wird oft mit der Buffon'schen zusammengestellt, und hat in sofern Aehnlichheit mit derselben, als beide den Erdball anfangs durch Feuer flüssig seyn lassen, allein bei Bürron ist das Ganze mehr ein Product der Phantasie und beschäftigt sich vorzugsweise nur mit dem Ursprunge der Erde, anstatt daß Hurron letzteren vernachlässigend hauptsächlich die allmälige Ausbildung der Erdkruste zu erklären bemüht ist, und zugleich auf eine Menge unleugbarer, sehr für seine Ansichten sprechender, Thatsachen bauet. Dabei nimmt er allerdings an, daß verschiedene Felsarten der Erdkruste, so wie wir sie gegenwärtig finden, theils früher theils später im Wasser niedergefallen seyn mögen, auch war nach ihm die ganze Oberstäche der Erde anfangs mit Wasser bedeckt, in welchem die zahllesen Seethiere lebten, deren Ueberreste wir jetzt in so ungeheurer Menge versteinert wiederfinden; und als nachher die unterirdischen vulcanischen Kräfte zu wirken fortsuhren, hoben sie verschiedene Theile der Erdrinde blasenformig in die Höhe, wodurch die Bergketten über die Obersläche des Meercs kamen, und noch jetzt die früher in Wasser niedergefallenen Felsarten mit Versteinerungen vermengt sich in heträchtlichen Höhen zeigen. Dals solche Hebungen wirklich stattfinden, sucht HUTTON aus geschichtlich erwiesenen Thatsachen (z. B. das Monte puovo, des Jorullo u. s. w.) und aus der Form mancher Berge, namentlich der americanischen zu beweisen. Die zahlreichen, mitunter sehr gewichtigen Beweise, worauf HUTTON seine Theorie stützt, sind seitdem noch durch viels neue vermehrt worden, welche der gelehrte PLAYrain in seinen Erläuterungen zu derselben beibringt, so daße es

ihr an Anhängern nicht fehlen kann. Gleich anfangs wurde dieselbe indels lebhaft bestritten durch Kirwan 1, welcher schon früher als strenger Neptunist aufgetreten war 2, und seinen Widerspruch gegen den Vulcanismus nicht bloß gegen Hurros sondern auch gegen PLAYFAIR durchzusihren suchto 3. Streit wurde noch von verschiedenen andern Gelehrten berührt. welche sämmtlich anzuführen kaum der Mühe werth seyn würde, und ich will daher nur noch erwähnen, dass einige Gelehrte, z. B. HALL 4 auf Veranlassung Hutton's Versuche anstellten, ob die Urgebirgsarten durch Flüssigmachung auf trocknem Wege zur Krystallisation zu bringen seyen. Im Allgemeinen waren die Resultate solcher Versuche der Theorie Hurron's keineswegs-ungünstig, obgleich die Bedingungen, nämlich solche Fossilien unter einem beträchtlichen Drucke und ohne Zutritt der atmosphärischen Lust in feurigen Flus zu bringen und langsam erkalten zu lassen, wie dieses doch bei der Bildung der Erdkruste geschehen seyn sollte, sich nicht wohl erreichen ließen. Dennoch aber fand jene Theorie namentlich in Frankreich und Deutschland ungleich weniger Anhänger, als die von DE Lüc, DE LA METHERIE und vorzüglich WERRER aufgestellten, für welche man einmal sehr eingenommen war.

Die Menge der bei jeder geologischen Theorie zu berücksichtigenden Thatsachen war beträchtlich groß, manche derselben standen mit einander in scheinbarem oder wirklichem Widerspruche, bloß sinnreiche Hypothesen genügten weder den Erfindern selbst noch auch viel weniger den Lesern, weil die Naturforscher sich im Allgemeinen überzeugt hatten, daß einzelne sicher begründete Thatsachen einen ungleich größern Werth hätten, als noch so geistreiche Phantasieen, und somit hörte das Bestreben, geologische Systeme zu schaffen, von selbst auf. Indem ich daher alle sonstige mehr oder minder gelungene Versuche dieser Art mit Stillschweigen übergehe, glaube ich nur soch zwei aus der neuesten Zeit als die bedeutendsten namhast machen

¹ Nichelson's Journ. of Nat. Phil. IV. 97. Geological Essay's. Lond. 1799. 8. Am vollständigsten: Anfangsgründe d. Mineralogie von R. Kuwan Esq. übers. von L. v. Carll. T. III. Berlin u. Stettin 1799. 8.

² Trans. of the Irish R. soc. VI. 233.

³ Phil. Mag. XIV. 1.

⁴ Edinb. Phil. Trans. V. 48. Gilb. VII. 385. Journ. de Phys. LXIII. 73.

zu müssen, nämlich von G. F. PARROT und Scip. Breislak. Beide, die erstere im Wesentlichen mehr neptunisch, die zweite strong vulcanisch, können hier nur in ihren Hauptmomenten angedeutet werden. PARROT 1 setzt voraus, dass der Erdball selbst, mithin seine Rotation, sein Platz unter den übrigen Plameten und im Sonnensysteme nebst dem wechselseitigen Ein-Russe dieser Himmelskörper auf einander als schon existirend anzunehmen seyen, weil die Erforschung des Ursprungs der Welt überhaupt und der Erde im Besondern außer den Grenzen menschlicher Forschung liege. Aus bekannten physikalischen Thatsachen folgt aber, dass die Erde ursprünglich aus einem festen Kerne mit einer umgebenden Wasserfülle bestand, in welcher die Elemente ihrer jetzigen Rinde aufgelöset waren, u. z. die prädominirende Kieselerde im Wasser, alle übrige Substanzen in Salzsäure. Die erforderlichen Fällungsmittel waren Flussäure, Kohlensäure und Alkalien, wovon die letzteren aus dem Stickstoffe der Atmosphäre erst gebildet wurden. Aus der Dicke der durch Fällung entstandenen Rinde, welche zu 27000 F. Dicke angenommen wird, folgt eine Atmosphäre, deren Druck den der jetzigen Atmosphäre 876 mal übertref, wodurch zugleich die Absorption der enthaltenen Stoffe befördert und die Präcipitation beschleumigt wurde. Dieser Process erhöhete zugleich die Temperatur, und obgleich anfangs bloß Kiesel-Krystalle hätten niederfallen sollen, so erklärt es sich doch leicht, dass diese mit andern, gleichzeitig gebildeten, Prasipitaten vermengt niederfielen. Indem nämlich sowohl Kali ala auch Natron aus dem Stickstoff der Atmosphäre gebildet wurden. so drang auch die etwa 0,1 derselben betragende Kohlensäure in die flüssige Masse ein, und hieraus folgte eine beträchtliche Verminderung des die Erde umgebenden Dunstkreises. Aus einer solchen Präcipitation konnte nichts anders als eine regelmäßige Lagerung der verschiedenen Felsarten folgen, womit die vielen Erhabenheiten und Vertiefungen der Erdrinde im Widerspruche stehen. Um die letzteren zu erklären nimmt Parror an, die Erde sey gleich anfangs von einer unbestimmbar dicken Schwe-

¹ Grundrifs der theor. Physik. 1815; S. T. III. 8. 531. ff. Ausführlicher in Entretiens sur la Physique. Dorpat 1824, S. T. VI. S. 611. ff. An beiden Orten geht eine kritische Uebersicht der älteren geologischen Hypotheben voraus.

felkieslage umgeben gewesen, welche in Folge der durch die Fällung der verschiedenen Stoffe entstandenen Hitze und des gleichzeitig verminderten atmosphärischen Druckes sich entzündete und Vulcane bildete. Diese hoben die Erdkruste an verschiedenen Stellen und thürmten sie zu Bergen auf, in die hierdurch entstandenen Höhlen zog sich ein Theil des Wassers, so daß viele flache Stellen des ehemaligen Meeresgrundes trocken weden; die bei dieser Gelegenheit eintretenden Strömungen verselassten die Bildung der unregelmässig gelagerten Bergschichten und der aufgeschwemmten Gebirge, Steinkohlen entstanden ass zersetzten Meerpflanzen und wurden nebst den lebenden Bewohnern des Meeres durch vulcanische Ausbrüche begraben. Gänge endlich sind Spalten, welche durch vulcanische Erschütterungen entstanden, und durch den Druck der Dampfe mit den geschmolzenen Substanzen erfüllt wurden; der Basalt aber is ein vulcanisches Product, dessen Spaltungen evident beweisen, dass er nach großer Hitze langsam erkaltete.

Es läßst sich diesem mit unverkennbarem Scharfstenn ausgedachten Systeme eine innere Consequenz und Berücksichtigung anerkannter Naturgesetze nicht absprechen, auch gereicht es ihm zum Vortheile, daß es zwischen den streng vulcanischen und den eben so streng neptunischen die Mitte hält, und es kann daher zu seiner Empfehlung dienen, daß die Wahrheit meistem zwischen zwei Extremen diesen Platz einnimmt. Inzwischen werden die Geologen nach dem jetzigen Standpuncte der Wissenschaft immerhin dagegen einwenden, daß es zu viel Hypothetisches enthalte, und hierauf eben seine innere Consequenz und Unwiderleglichkeit beruhe 1, wogegen sie vielmehr verlangen, daß man vorerst in seinen Schlußfolgerungen nicht weiter gehen dürfe, als wie weit sie durch unwiderlegliche Thatsachen set begründet sind.

S. Breislak hat in einem weitläuftigen Werke theils Kritiken älterer geologischer Hypothesen, theils und hauptsächlich eine neue aufgestellt, welche zugleich durch eine Menge beigebrachter geognostischer Thatsachen unterstützt und gegen manche

^{1.} Sahr hypetherisch z. B. ist die Annahme einer Schicht von Schwefelkiesen, und für den verlaugten Zweck dennoch angenügend, de Schwefelkiese sich ohne Zutritt der atmosphärischen Luft und bierdurch bedingte Zersetzung nicht von selbst erhitzen. Vergl. Vulcane.

ihm namentlich durch Pino gemachte Einwürfe vertheidigt ist 1. Es würde sehr schwierig, und hier nicht am geeigneten Orte seyn, im Einzelnen zu zeigen, auf welche allerdings sinnreiche Weise Breislak seine im Ganzen vulcanische Theorie mit der jetzigen Beschaffenheit der Erdobersläche in Einklang zu bringen sucht, und es mag daher nur Folgendes genügen. Der Erdball war ursprünglich durch Hitze flüssig, also seine Bestandtheile waren geschmolzen, und so musste er von selbst seine sphäroidische Gestalt annehmen. Eine Auflösung der Fossilien im Wasser ist dagegen undenkbar, weil die hierzu erforderliche Menge von Wasser gar nicht vorhanden seyn konnte. Dagegen enthalten durch Hitze flüssige Korper alle Bedingungen der Krystallisation, und die Urgebirge konnten daher allerdings in derjenigen krystallinischen Form gebildet werden, welche wir jetzt an ihnen wahrnehmen, worauf dann der bis dahin thätige Wärmestoff latent wurde. Diese letztere Idee ist eine Eigenthumlichkeit der Theorie BREISLAR's, dass die bedeutende Warme, welche zum Schmelzen der Erdkruste, und eigentlich des ganzen Erdballs erforderlich war, nach ihr latent wurde, indem die Gasarten und Dämpfe der jetzigen Atmosphäre ihren Ursprung erhielten 2. Das Wasser erzeugte sich aus den beiden, dasselbe constituirenden Gasarten durch Hülfe der Elektricität, oder zugleich auch aus seinen beiden Grundlagen im Innern der noch glühenden Masse, und auf diese Weise blieben Theile desselben in manchen Fossilien eingeschlossen, wo wir es noch jetzt wiederfinden. Eben so existirten auch die Grundlagen der Säuren anfangs in gasförmigem Zustande, diese verbanden sich mit dem zu ihrer Bildung erforderlichen Bestandtheile des Wassers, nachher mit den Basen zu Salzen, welche theils in der Erde theils im Meere wiedergefunden werden. BREISLAK verwirft übrigens die Idee, dass die Berge von Innen herauf durch vulcanische Kräfte gehoben seyn sollen, denn obgleich einzelne kleinere Hügel auf diese Weise über die ebene Oberstäche der Länder ehemals emporgetrieben seyn mögen und noch selbst in der

¹ Institutions géologiques par Scipion Breislak cet. traduites du manuscrit italien en français par P. J. L. Campmas. III Vol. avec un atlas de 56 planches. Milan 1818. 8. Dentsche Uebers. mit schätzbaren Anm. und einem kleineren Atlas durch v. Stadussch.

² S. a. a. O. I. 161.

geschichtlichen Zeit auf diese Art entstanden sind, so konne man doch unmöglich den ungeheuern Bergketten sowohl des alten als auch der neuen Welt einen solchen Ursprung beimessen. Dagegen folgt aus der Natur der Sache, dass die Abkühlung der Erdkruste nicht überall weder gleichmäßig erfolgte; die zuerst erstarrten Theile mulsten daher wegen der nothwendigen Zusammenziehung beim Erkalten schon an sich höher bleiben, ausserdem entstanden Spalten und Risse von der größten Ausdehnung, wodurch gleichfalls beträchtliche Massen gehoben und selbst über einander gestürzt wurden; die Gewalt der Dämpfe, welche aus dem Wasser durch die Hitze der glühenden Masse gebildet wurden, beforderte nicht bloss solche Katastrophen, sondern hob auch die leichteren Theile mit Unterstützung durch die Schwungkraft der rotirenden Erde in die Höhe, während die schwereren sich gegen das Centrum senkten; endlich aber sank später in Folge des allgemeinen Erkaltens der Erde der jetzige Meeresboden tiefer ein; und nicht blos hierdurch sondern auch durch das Zurückziehen des Meeres in unterirdische Blasenräume musste die Fläche desselben beträchtlich tiefer das feste Land aber ebendaher bedeutend höher werden. Der Ursprung der Hauptthäler ist dann auf gleiche Weise ein primitiver, als der der Berge.

In Gemässheit dieser Theorie können sich in den Urgebirgsarten unmöglich Ueberreste organischer Wesen finden, deren Keime sich erst später nach einer beträchtlichen Abkühlung entwickelten, und deren Zahl, hauptsächlich in Rücksicht auf Seethiere ungemein zunahm, als das Wasser des Meeres von seiner Hitze bedeutend verloren hatte. Aus dieser allmäligen Abnahme der Temperatur des Erdballs, welche sich selbst noch bis in die historische Zeit erstreckt, wird es dann erklärlich, dass sich die Arten der Thiere und Pslanzen gegenwärtig an denjenigen Orten nicht mehr finden, wo ihre vorweltlichen Reste jetzt in großer Menge ausgegraben werden, ohne dass es deswegen nöthig ist eine vorübergehende Ueberschwemmung anzunehmen. haupt erklärt sich BREISLAK ganz entschieden und aus den triftigsten Gründen gegen eine solche allgemeine Fluth und eine solche Wirkung derselben, vermöge welcher die Ueberbleibsel einer früheren Schöpfung auf die höchsten Berge geschwemmt wären, und beweiset dagegen, dals mindestens eine große Menge versteinerter Seethire an denjenigen Orten, wo wir sie

jetzt versteinert finden, ruhig gelebt haben und gestorben seyn missen. Partielle Fluthen existirten atlerdings, auch mogen einige derselben so bedeutend gewesen seyn; dass sie merkliche Veränderungen anrichteten, eine allgemeine aber, und von so bedeutenden Wirkungen, als manche Geologen ihr beimesseu. ist durch keine erwiesene Thatsache begründet und mit vielen derselben unvereinbar. Uebrigens ist Breistak rücksichtlich des Geschichtlichen der Petrefactenkunde zwar sehr reich an interessanten Thatsachen, allein seine Theorie ist hierüber etwas mangelhaft, insofern er namentlich nicht bestimmt nachweiset, auf welche Art die verschiedenen wechselnden Erdlagen bei Paris entstanden, und die wohlerhaltenen Reste vom Mammuth nach Sibirien gekommen seyn mogen. In dieser Beziehung sucht er nämlich nur ans vielen Gründen nachzuweisen, dals eine allmälige Abnahme der Temperatur unserer Erde und zuweilen auch plötzliche Veränderungen derselben sehr wahrscheinlich seven Die Mammuths lebten früher wild in großer Anzahl in Sibirien, wurden durch einen kalten Winter plotzlich überrascht, im Eise begraben, und mit diesem durch große Fluthen weiter nach Norden geschwemmt. Manche Erscheinungen lassen sich nach Breislak auch daraus erklären wenn man annimmt. dals früher auf hohen Theilen der Erde große Binnenmeere; wie z. B. noch jetzt der Ural, vorhanden waren, welche nach entstandenen Durchbrüchen abflossen. Außerdem mußten in Gemässheit der vulcanischen Bildung der Erdrinde große Höhlungen im Innern vorhanden seyn, und es lässt sich denken, dals die Wölbungen derselben durch heftige Erdbeben zu wiederholtenmalen einsanken, so dass das Meer sich wieder über sie verbreitete, wonach abwechselnd Schichtungen von Ueberbleibseln des salzigen und des süßen Wassers, wie bei Paris, entstehen konnten.

Die hier mitgetheilte Uebersicht der zahlreich aufgestellten geologischen Hypothesen soll auf Vollständigkeit keine Ansprü-

^{1&#}x27; Zur Literatur über dieselben dienen noch Sullivan Uebersicht der Natur etc. a. d. Engl. Leipz. 1795. T. I. De la Métherie Theorie d. Erde. Th. III. von Forster. Dessen Leçon de Géologie. T. III. p. 120. ff. und viele andere. Aus Furcht zu großer Ausführlichkeit habe ich viele geologische Systeme gar nicht genannt, z. B. die älteren orientalischen, der griechischen Philosophen, nater den neueren des Kircher, des van Mors. Fleuriau de Bellevue, Dolonieu, Mit-

che machen, noch weniger aber würde es hier am rechten Orte seyn, dieselben kritisch zu prüfen oder ihre Anzahl um eine neue zu vermehren. Dagegen ist es der Sache angemessen einige allgemeine physikalische Grundsätze aufzustellen, welche bei jeder möglichen Theorie zu beschten sind.

1. Es ist schon bemerkt, dass der Ursprung des Welltalls überhaupt und somit auch desjenigen Theils desselben, welchen unsere Erde ausmacht, ganz außerhalb des Gebietes menschlicher Kenntnils liegt. Die bis jetzt in Anwendung gebrachten Mittel unserer Forschung reichen noch keineswags bin, alle Theile des Weltalls zu kennen, und wenn gleich das menschliche Auge durch Hülfe der Riesenteleskope in unermessliche Fernen dringt, so ist doch der hierdurch unvollkommen erkannte Raum vielleicht nur ein unbedeutender Theil des Ganzen, und was man über jenen in Folge vieler angestellter Beobachtungen ausgesagt hat ist dem bei weitem größten Theile nach bloße Muthmalsung und kühne, wenn gleich wahrscheinliche, Hypothese, Es. wäre aber lächerlich, aus der unvollkommenen Kenntnils der Erde, einiger weniger Planeten und Fixsterne, diejenigen Thatsachen entnehmen zu wollen, welche zur Erklärung des Ursprunges jenes noch größtentheils unbekannten Ganzen erfordert werden, und der bescheidene Naturforscher verweiset dieses daher ans dem

CHEL, FORTENELLE, IBERTI, JAMES, HALL in Trans. of the Edinb. soc. X. 2., BERTRAND in J. de Ph. XLIX. 120. ESMARK in Edinb. Phil. J. N. S. III. 107. Ursprünglich in Mag. for Naturvidenskaberne, Christ. 1824. I. 28. Knight in Theory of the Earth, 1820. FAUJAS DE SAME Pond in Essais géologiques, Condina in sur les substances uninerales dites en Musse. 1815. Convenant in Geology of England 1822. Mac-EMIGHT in Wernerian Memoirs. 1811. u. a. Eine sehr ausführliche Zesammenstellung der verschiedenen Theorien findet man in REES Cyclopedia. Art. Cosmologie. Noch vollständiger im Art. Earth; Theory. Minder vollständig ist G. PENE in A comperative estimate of the mineral and mosaical Geology. Loud. 1828. Dus eigene System desselber, welches gans die Mosaische Urkunde zum Grunde hat, ist eben deswegen weder neu noch mit den Thatsachen übereinstimmend. Auf gleiche Weise geht auch Bonnaire Mansuy in Cosmogonie ou de la formation de la terre cet. Par. 1824 von dieser Urkunde als dem einzigen sicheren Anhaltpuncte aus. Die neueste geologische Theorie von Link in Handbuch der physischen Geographie. Berl. 1826. S. T. I. übergehe ich mit Stillschweigen, weil sie in dem bis jetzt erschienenen ersten Theile noch nicht vollständig enthalten ist.

Gebiete der Physik in das Gebiet des religiösen Glaubens, wohin es bis jetzt noch gehört.

- Riche aus einem Kometen, aus kometanischer oder Meteorsteinmasse entstanden sey, denn hierbei liegt Erfahrung, wenn gleich
 in sofern eine mangelhafte, zum Grunde, als uns die physische
 Beschaffenheit der Kometen noch unbekannt ist. Rücksichlich des
 kometanischen, oder damit nahe verwandten, Ursprungs unserer Erde, aus vermeinten Meteorsteinen ist die Frage schop oben
 berührt, und an einem anderen Orte 1 bereits angegeben, dals
 es nicht bloß denkbar sey, die Erde bestehe sus Meteorsteinmasse, sondern daß sich diese Hypothese auch mit triftigen
 Gründen unterstützen lasse. Im Ganzen wird aber zur Außstellung der Geologie nicht viel damit gewonnen, wenn sich diese
 Möglichkeit auch zur Gewißheit erheben ließe, weil damit der
 ursprüngliche Zustand der Erde noch keineswegs völlig genau
 bestimmt ist.
- 3. Insofern die Geologie hauptsächlich die Aufgabe zu lösen hat, wie die aufängliche Beschaffenheit des Erdballs war, und durch welche Veränderungen derselbe zu seiner jetzigen Beschaffenheit gelangte, so häfst sich aus genugsam begründeten Thatsachen überzeugend darthun, dass der ganze Erdball ursprüngslich im Zustande der Flüssigkeit war 2, ohne zugleich bestimmt zu entscheiden, von welchem Grade der Fluidität, auf allen Fall aber von einem solchen, dass die Rotation die Erzeugung seiner elliptisch sphäroidischen Gestalt bewirkte, und die einzelnen Schichten gleichmäßig übereinander gelagert wurden, wobei entweder die schwereren Theile sich mehr nach dem Centrum hinsenkten, oder, unter der Voraussetzung einer gleichartigen Beschaffenheit des ganzen inneren Erdballs, die dem Mittelpuncte näher liegenden Theile durch den enormen Druck

¹ S. Erde Th. III. S. 1070.

² LA PLACE Syst. du Monde II. 142. 443. Eben derselbe in Méc. Cél. V. 12. sagt, die den Quadraten der Sinusse der Breite proportionale Ahnahme der Pendellängen beweiset, dass die Schichtungen der Erde regelmäsig um den gemeinschaftlichen Schwerpunct gelagert, und fast elliptisch sind. Hieraus folgt aber nothwendig ein ursprünglicher Flüssigkeitszustand der Erde.

der oberen Schichten eine größere Dichtigkeit erhielten. Die Gründe hierfür sind schon früher mitgetheilt 1.

4. Ein Hauptpunct der geologischen Untersuchungen betrifft nun aber die Frage, ob dieser Flüssigkeitszustand der Erd auf der ersten Stufe ihrer Ausbildung ein feuriger oder ein wisseriger war. Gegen die letztere Hypothese erklärt sich die Chemie ganz entschieden. Obgleich nämlich nicht mit vollkommener Gewissheit bestimmt werden kann, woraus der eigentliche Kern der Erde besteht, und wie groß daher die Auflöslichkei der ihn bildenden Substanzen im Wasser seyn mag, so wurde doch blos die Auslösung der Fossilien, welche die äussere Erdkruste bilden, eine solche übermälsige Menge Wasser erforden, dass, ohne seine Zuflucht zu einem Wunder zu nehmen, niemand im Stande seyn wurde nachzuweisen, wo diese ungeheur · Monge desselben später geblieben sey. Wollte man sagen, daß auch der primitive Zustend dieser, die Erdkruste bildenden Substanzen unbekannt sey, und immerhin ein anderer gewesen seva könne, als welchen die Chemie nach den jetzigen Erfahrungen annimmt, daher sie dann vielleicht auflöslicher im Wasser gewesen wären, als wir jetzt finden, so mulsten sie doch auf allen Fall einmal in denjenigen Zustand übergehen, in welchem wir sie gegenwärtig beobachten, und sollen dann die noch jetzt sich zeigenden Krystalle diese ihre Form aus einer wässerigen Solution exhalten haben, so führt dieses doch allezeit wieder auf die angegebene Schwierigkeit, ohne sie im mindesten zu lösen. Außerdem aber würde eine solche Argumentation sich aus dem Gebiete des Be-

¹ S. Erde Th. III. S. 920. u. 940. J. Ivonv in Phil, Trans. 1812 S. 2. ff. findet ein Argument gegen den von Newton, La Place u. augenommenen Satz einer ursprünglichen Flüssigheit der Erde in der Erfahtung, dass so viele schwere Körper in ihrer Kruste gefanden werden, die vermöge ihres spec. Gewichtes hätten niedersinken müssen, desgleichen in der Form des Landes und der sie umgebenden Meere, so wie in der Tiese der letzteren, wenn man nicht ausehnen wolle, dass das Land nachher gehoben sey. Die letztere Hypothese stimmt aber mit der gangbaren Theorie der Valcanisten überein, wobei zugleich ein Sinken des Meeresgrundes augenommen werden kann. Dem ersteren Einwurse steht aber der Umstand entgegen, dass die jetzt in der Erdkruste sich sindenden schweren Körper, namentlich die Metalle, ursprünglich gewis nicht in ihrem jetzigen gediegenen Zustande vorhanden waren.

kannten und Thattächlichen in das Gebiet des Unbekanpten und bloss Hypothetischen verirren, und somit der ganze Standpunct der Untersuchung verrückt werden. Gegen einen feurigen Fluss des Erdballs oder mindestens die zur Verschiebbarkeit und gehöriger Lagerung der an Dichtigkeit regelmäßig abnehmender Kugelschichten erforderliche Erweichung der inneren Theile und den zur Krystallisation der Kruste erforderlichen Flüssigkeitszustand hat man stets eingewandt, dass geschmolzene Erden und metallische Substanzen nicht so vollständig und schön krystellisiren, als wir dieses namentlich bei den granitischen Gebirgen wahrnehmen. Die Vulcanisten beantworten indess diesen Einwurf dadurch, dass sie sagen, die Krystallisation würde allerdings vollstäudig erfolgen, wenn nur der Grad des Flüssigseyns durch hinlängliche Hitze genugsam gesteigert sey, und die Krystallisation unter gehörigem Drucke und langsam genug etfolge. . Zur Unterstützung dieser Behauptung dienen dann allerdings die oben angegebenen wohl nicht genugsam gewürdigten Versuche von HALL 1 und insbesondere einige neue, wodurch jungstens MITSCHEALICH die Wissenschaft bereichert hat. Es ist diesem nämlich gelungen, verschiedene Krystalle, welche sich in der Natur finden, auf trockenem Wege künstlich herzustellen 2, wovon man, ungeachtet der früheren Versuche von Hall, die Möglichkeit zu bezweifeln geneigt war. Dass übrigens Krystelle, namentlich auch von Quarz, auf nassem Wege entstehen können, dieses ist auf keine Weise zu bezweifeln, und durch directe Erfahrungen durch SILLIMAN 3, BREW-STER 4 n. a. bewiesen.

5. Wenn gleich hiermit die Möglichkeit dargethan ist, dass die krystallisirten Urgebirge, und namentlich der Granit, auf trockenem Wege gebildet seyen, und die anderweitig durch so viele Gründe unterstützte Hypothese der Vulcanisten auf diese Weise ein außerordentliches Uebergewicht erhalten hat, so

¹ Die neuesten findet man in Aun. of. Phil. N. S. 1826. Oct. 299. Daraus in v. Leonhard Zeitsch. f. Miner. 1827. I. 415.

² Ann. Chim. Phy. XXIV. 355. Ann. des Mines IX. 176. Edinb. Journ. of Sc. III. 129.

³ Amer. Journ. of, sc. VIII. 282.

⁴ Edinb. J. of sc. III. 140.

IV. Bd.

verliert sich die Geologie doch alsobald wieder in das dunkele Gebiet des blos hypothetischen. Die ursprüngliche Bildungsgeschichte unseres Erdballs lässt sich pämlich mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit so vorstellen, dass die Hauptmasse der Erde durch die Vereinigung von Meteorsteinen und Meteoreisen gebildet sey, wie wir diese noch jetzt häusig auf der Erde ankommen sehen, und deren Zahl anfänglich weit grosser seyn musste, ehe sie zu diesem und den übrigen Planetes vereinigt waren1. Mögen nun diese, ohne Zweifel kosmischen, Massen wirklich kometarisch oder den Kometen bloß ähnläch seyn, so kommen sie doch noch jetzt in einem Zustande der Weichheit und des Geschmolzenseyns im Bereiche unserer Erde an, und es ist kein Grund vorhanden anzunehmen, dass es ehemals anders gewesen seyn sollte. Die Erde konnte daher diejenige Beschaffenheit ihres Kernes erhalten, welche ihr gegenwärtig nach triftigen Wahrscheinlichkeitsgründen eigen ist, auch konnten durch Abkühlung der oberen Rinde die Urgebirge gebildet werden. Se weit fügt sich alles den bekannten Thatsachen vortrefflich an. Nun aber entsteht die Frage, welche Rolle spielte hierbei das Wasser? War dasselbe ursprünglich schon vorhanden, kam es allmälig und in verschiedenen Perioden hinzu u. s. w.? Hier ist alles hypothetisch, und durchaus kein fester Anhaltpunct vorhanden. Dass Wasser aus dem Westraume auf eine gleiche Weise als die Meteorsteinmassen auf die Erde gekommen seyn sollte; darüber ist keine Erfahrung vorhanden und kann auch nicht wohl eine vorhanden seyn, sonst wäre es bei weitem am leichtesten anzunehmen, die Krystallisation der Erdrinde sey schon vollendet gewesen, als sie mit einer mächtigen Lage Wasser überschüttet wurde, wobei man hypothetisch noch hinzusetzen könnte, daß die hohe respective Wärmecampacität des letzteren die Abküklung der Erdrinde bewirkt oder mindestens befördert habe. Hur-TON'S, BREISLAK'S, und PARROT'S Meinungen über diese Fige sind oben schon beiläufig erwähnt, MITSCHERLICH aber spricht sich noch bestimmter über dieselbe aus. Nach seiner Meinung darf man annehmen, dass nicht bloss die Erde, sondern auch das Meer, welche also beide vereint gleich anfangs existirt haben müssten, eine kohere Temperatur hatten. Setzt man die des Meeres nur auf 100°C., so mulste die Obersläche desselben um

¹ Vergl. die Gründe hierfür im Art. Erde. Th. III. S. 1079.

32 Fuss zur Bildung einer neuen Atmosphäre sinken, der Druck der letzteren aber verdoppelt werden. Nach La Place soll dann die mittlere Tiese des Meeres vier geographische Meilen betragen 1, und wenn man annimmt, dass 0,75 hiervon in Wasserdampf verwandelt war, so mulste auf die Oberfläche der Erde ein Druck von 2250 Atmosphären ausgeübt werden, wobei die Masse der Grundgebirge geschmolzen seyn konnte, ohne dass , das Wasser kochte, und so konnte sie unter einer Decke glühenden Wassers fest werden. Vielleicht veränderte dieser hohe Druck die Affinitäten, indem z. B. in Urgebirgen oft kohlensaurer Kalk und kohlensaure Bittererde angetroffen werden, welche in vulcanischen Producten fehlen, wo diese Erdarten mitKieselerde verbunden sind. Bei dieser hohen Pression vermochte die Kieselerde nicht die Kohlensäure auszutreiben, wie bei den Producten der Vulcane. Es ließe sich ferner hieraus die Anwesenheit des Wassers in manchen Fossilien erklären 2, wenn diese anders nicht erst später auf dieselbe Art entstagelen sind, als sie noch jetzt entstehen. War ferner das Wasser nur bis 250°C. erhitzt, so musste es vermöge seiner Ausdehnung 2000 F. höher stehen, als jetzt.

Von dieser Hypothese MITSCHERLER'S läst sich allerdings mit Grunde sagen, dass sie in sich consequent sey, und es folgt daraus im Ganzen mindestens so viel, dass aus dem Vorhandenseyn des Wassers, auch wenn man annehmen will, dass dasselbe gleich ansangs mit dem glühenden Erdballe vereint existirt habe, kein entscheidendes Argument gegen die Thorie der Vulcanisten herzunehmen sey. Insosern aber die ganze Vorstellung blos

¹ Diese Angabe lese ich ost, jedoch ohne Nachweisung der Quelle, woraus sie entnommen ist. La Place weiset nach in Mem. de l'Inst. 1818, dass die mittlere Tiese des Meeres nur ein kleiner Bruch des Unterschiedes beider Erdazen seyn könne, welcher Unterschied 21000 Metres betrage. Eben dieses wird wiederholt in Expos. du syst. du Monde II. 187, wo es wörtlich heisst: qu'elle (la mer) doit être peu prosonde, et que sa prosondeur moyenne est du même ordre que la hauteur moyenne des continens et des ssles au dessus de son nivean, hauteur qui ne surpasse pas mille mètres.

² Es findet sich noch jetzt Wasser in einigen Basalten, z. B. in dem von der Pflasterkaute, von Faroe, aus dem Vicentinischen u. s. w. s. Nouveau Bulletin de la soc. Philom. 1825. S. 124. Die Neptunisten wollten dieses zum Beweise seines wäserigen Ursprungs benutzen.

der oberen Schichten eine größere Dichtigkeit erhielten. Die Gründe hierfür sind schon früher mitgetheilt 1.

Ein Hauptpunct der geologischen Untersuchungen betrifft nun aber die Frage, ob dieser Flüssigkeitszustand der Rede auf der ersten Stufe ihrer Ausbildung ein feuriger oder ein wässeriger war. Gegen die letztere Hypothese erklärt sich die Chemie ganz entschieden. Obgleich nämlich nicht mit vollkommener Gewissheit bestimmt werden kann, woraus der eigentliche Kern der Erde besteht, und wie groß daher die Auflöslichken der ihn bildenden Substanzen im Wasser seyn mag, so würde doch blos die Auflösung der Fossilien, welche die außere Erdkruste bilden, eine solche übermälsige Menge Wasser erforders, dass, ohne seine Zustucht zu einem Wunder zu nehmen, memand im Stande seyn würde nachzuweisen, wo diese ungeheure Monge desselben später geblieben sey. Wollte man sagen, daß auch der primitive Zustend dieser, die Erdkruste bildenden Substanzen unbekannt sey, und immerhin ein anderer gewesen seva könne, als welchen die Chemie nach den jetzigen Erfahrungen annimmt, daher sie dann vielleicht auflöslicher im Wasser gewesen wären, als wir jetzt finden, so mulsten sie doch auf allen Fall einmal in denjenigen Zustand übergehen, in welchem wir sie gegenwärtig beobachten, und sollen dann die noch jetzt sich zeigenden Krystalle diese ihre Form aus einer wässerigen Solution erhalten haben, so führt dieses doch allezeit wieder auf die angegebene Schwierigkeit, ohne sie im mindesten zu lösen. Außerdem aber würde eine solche Argumentation sich aus dem Gebiete des Be-

ande vorhanden waren.

¹ S. Erde Th. III. S. 920. u. 940. I. Ivosv in Phil, Trana. 1812. S. 2. ff. findet ein Argument gegen den von Newton, La Place u. a angenommenen Satz einer ursprünglichen Flüssigheit der Erde is der Erfahtung, dass so viele schwere Körper in ihrer Kruste gefanden werden, die vermöge ihres spec. Gewichtes hätten niedersinken nussen, desgleichen in der Form des Landes und der sie umgebenden Meere, so wie in der Tiese der letzteren, wenn man nicht annehmen wolle, dass das Land nachher gehoben sey. Die letztere Hypothese stimmt aber mit der gangbaren Theorie der Vulcanisten, überein, wobei zugleich ein Sinken des Meeresgrundes augenommen werden kann. Dem ersteren Einwurse sich findenden schweren Körper, namentlich die Metalle, ursprünglich gewiss nicht in ihrem jetzigen gediegenen

kannten und Thattächlichen in das Gebiet des Unbekanpten und bloss Hypothetischen verirren, und somit der ganze Standpunct der Untersuchung verrückt werden, Gegen einen feurigen Fluss des Erdballs oder mindestens die zur Verschiebbarkeit und gehöriger Lagerung der an Dichtigkeit regelmäßig abnehmender Kugelschichten erforderliche Erweichung der inneren Theile und den zur Krystallisation der Kruste erforderlichen Flüssigkeitszustand hat man stets eingewandt, dass geschmolzene Erden und metallische Substanzen nicht so vollständig und schön krystellisiren, als wir dieses namentlich bei den granitischen Gebirgen wahrnehmen. Die Vulcanisten beantworten indess diesen Einwurf dadurch, dass sie sagen, die Krystallisation würde allerdings vollstäudig erfolgen, wenn nur der Grad des Flüssigseyns durch hinlängliche Hitze genugsam gesteigert sey, und die Krystallisation unter gehörigem Drucke und langsam genug erfolge. . Zur Unterstützung dieser Behauptung dienen dann allerdings die oben angegebenen wohl nicht genugsam gewürdigten Versuche von Hall und insbesondere einige neue, wodurch jungstens MITSCHEALICH die Wissenschaft bereichert hat. Es ist diesem nämlich gelungen, verschiedene Krystalle, welche sich in der Natur finden, auf trockenem Wege künstlich herzustellen 2, wovon man, ungeachtet der früheren Versuche von Hall, die Möglichkeit zu bezweifeln geneigt war. Dass übrigens Krystalle, namentlich auch von Quarz, auf nassem Wege entstehen können, dieses ist auf keine Weise zu bezweifeln, und durch directe Erfahrungen durch SILLIMAN 3, BREW-STER 4 11. a. bewiesen.

5. Wenn gleich hiermit die Möglichkeit dargethan ist, dass die krystallisirten Urgebirge, und namentlich der Granit, auf trockenem Wege gebildet seyen, und die anderweitig durch so viele Gründe unterstützte Hypothese der Vulcanisten auf diese Weise ein außerordentliches Uebergewicht erhalten hat, so

¹ Die nenesten findet man in Ann. of. Phil. N. S. 1826. Oct. 299. Daraus in v. Leonhard Zeitsch. f. Miner. 1827. I. 415.

² Ann. Chim. Phy. XXIV. 355. Ann. des Mines IX. 176. Ediab. Journ. of Sc. III. 129.

³ Amer. Journ. of, sc. VIII. 282.

⁴ Edinb. J. of sc. III. 140.

IV. Bd.

verliert sich die Geologie doch alsobald wieder in das dunkte Gebiet des blos hypothetischen. Die ursprüngliche Bildungsgeschichte unseres Erdballs lösst sich nämlich mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit so vorstellen, dass die Hauptmasse der Erde durch die Vereinigung von Meteorsteinen und Meteoreisen gebildet sey, wie wir diese noch jetzt häufig auf der Erde ankommen sehen, und deren Zahl anfänglich weit grisser seyn musste, ehe sie zu diesem und den übrigen Planeten vereinigt waren. Mögen nun diese, ohne Zweifel kosmischen, Massen wirklich kometarisch oder den Kometen bloß ähnlich seyn so kommen sie doch noch ietzt in einem Zustande der Weichheit und des Geschmolzenseyns im Bereiche unserer Erde an, und es ist kein Grund vorhanden anzunehmen, dass es ehemals anders gewesen seyn sollte. Die Erde konnte daher diejenige Beschaffenheit ihres Kernes erhalten, welche ihr gegenwärtig nach triftigen Wahrscheinlichkeitsgründen eigen ist, auch konnten durch Abkühlung der oberen Rinde die Urgebirge gebildet werden. Se weit fügt sich alles den bekannten Thatsschen vortrefflich an. Nun aber entsteht die Frage, welche Rolle spielte hierbei das Wasser? War dasselhe ursprünglich schon vorhanden, kam es allmälig und in verschiedenen Perioden hinzu u. s. w.? Hier ist alles hypothetisch, und durchaus kein fester Anhaltpunct vorhanden. Dass Wasser aus dem Westraume auf eine gleiche Weise als die Meteorsteinmassen auf die Erde gekommen seyn sollte- derüber ist keine Erfahrung vorhanden und kann auch nicht wohl eine vorhanden seyn, sonst wäre es bei weitem am leichtesten anzunehmen, die Krystallisation der Erdrinde sey schon vollendet gewesen, als sie mit einer mächtigen Lage Wasser überschüttet wurde, wobei man hypothetisch noch hinzusetzen könnte, daß die hohe respective Wärmecampacität des letzteren die Abkühlung der Erdrinde bewirkt oder mindestens befördert habe. Hur-TON'S, BREISLAK'S, und PARROT'S Meinungen über diese Foge sind oben schon beiläufig erwähnt, MITSCHERLICH aber spricht sich noch bestimmter über dieselbe aus. Nach seiner Meinung darf man annehmen, dass nicht bloss die Erde, sondern auch das Meer, welche also beide vereint gleich anfangs existirt haben müsten, eine Köhere Temperatur hatten. Setzt man die des Meeres nur auf 100°C., so mulste die Oberstäche desselben um

¹ Vergl. die Gründe hierfür im Art. Erde. Th. III. S. 1070.

32 Fuss zur Bildung einer neuen Atmosphäre sinken, der Druck der letzteren aber verdoppelt werden. Nach LA PLACE soll dann die mittlere Tiese des Meeres vier geographische Meilen betragen 1, und wenn man apnimmt, dass 0,75 hiervon in Wasserdampf verwandelt war, so mulste auf die Oberfläche der Erde ein Druck von 2250 Atmosphären ausgeübt werden, wobei die Masse der Grundgebirge geschmolzen seyn konnte, ohne daß das Wasser kochte, und so konnte sie unter einer Decke glühenden Wassers fest werden. Vielleicht veränderte dieser hohe Druck die Affinitäten, indem z. B. in Urgebirgen oft kohlensaurer Kalk und kohlensaure Bittererde angetroffen werden, welche in vulcanischen Producten fehlen, wo diese Erdarten mitKieselerde verbunden sind. Bei dieser hohen Pression vermochte die Kieselerde nicht die Kohlensäure auszutreiben, wie bei den Producten der Vulcane. Es ließe sich ferner hieraus die Anwesenheit des Wassers in manchen Fossilien erklären 2, wenn diese anders nicht erst später auf dieselbe Art entstauden sind, als sie noch jetzt entstehen. War ferner das Wasser nur bis 250°C. erhitzt, so musste es vermöge seiner Ausdehnung 2000 F. höher stehen, als jetzt.

Von dieser Hypothese MITSCHERLER'S läst sich allerdings mit Grunde sagen, dass sie in sich consequent sey, und es folgt daraus im Ganzen mindestens so viel, dass aus dem Vorhandenseyn des Wassers, auch wenn man annehmen will, dass dasselbe gleich anfangs mit dem glühenden Erdballe vereint existirt habe, kein entscheidendes Argument gegen die Thorie der Vulcanisten herzunehmen sey. Insofern aber die ganze Vorstellung blos

¹ Diese Angabe lese ich oft, jedoch ohne Nachweisung der Quelle, woraus sie entnommen ist. La Place weiset nach in Mem. de l'Inst. 1818, dass die mittlere Tiese des Meeres nur ein kleiner Bruch des Unterschiedes beider Erdaxen seyn könne, welcher Unterschied 21000 Metres betrage. Eben dieses wird wiederholt in Expos. du syst. du Monde II. 187, wo es wörtlich heisst: qu'elle (lamer) doit être peu prosonde, et que sa prosondeur moyenne est du même ordre que la hauteur moyenne des continens et des ssles au dessus de son niveau, hauteur qui ne surpasse pas mille mètres.

² Es findet sich noch jetzt Wasser in einigen Basalten, z. B. in dem von der Pflasterkaute, von Faroe, aus dem Vicentinischen u. s. w. s. Nouveau Bulletin de la soc. Philom. 1825. S. 124. Die Neptunisten wollten dieses zum Beweise seines wäßerigen Ursprungs benutzen.

hypothetisch ist, und ebensowohl noch andere Hypothesen erdacht werden können, als man auch diese anders zu modeln med zu modificiren im Stande seyn würde, so scheint es mir überflüssig, weiter darauf einzugehen, bis erst durch neue Thatschen das Ganze weiter aufgeklärt und fester begründet seyn wird.

Eine große Menge der wichtigsten und bedeutendsten Veränderungen der Erdkruste ist durch vulcanische Kräfte hervorgebracht, und da diese letzteren, welcher Theorie man auch huldigen mag, bei der jungen Erde ungleich thätiger seyn mußten, als mehrere Jahrtausende nach ihrer anfänglichen großen Umbildung, die geschichtliche Zeit aber unwidersprechlich nachweiset, dass bedeutende Bergzüge (namentlich der Jorullo bis mehr als 1500 Fuss über die früher bestandene Fläche 2), einzelte Hügel und selbst Inseln im Meere durch vulcanische Kräfte is die Höhe gehoben wurden, da ferner diejenigen Kräfte, welche so unglaublich hohe Lavasäulen zu heben und ungeheure Felsenblöcke hoch emporzuschleudern vermögen 2, sicher auch für genügend zu betrachten sind, um selbst die ausgedehntesten Bergketten zu heben, so salst die Hypothese derjenigen Vulcanisten nichts den Naturgesetzen Widersprechendes in sich, welche annehmen, dass die meisten und grössten einzelnen Berge sowohl, als auch Bergketten erst nach der Erstarrung der änseren Erdkruste, und nachdem diese schon eine geraume Zeit mit Wasser bedeckt gewesen war, durch vulcanische Kräfte von Innen emporgehoben wurden 3. Hieraus erklärt sich dann leicht, wie die Ueberreste der frühesten Bewohner des Meeres auf die großen Höhen der Berge gelangten, wo wir sie noch jetzt antreffen, und warum die Schichtungen der secundären und tertisren Gebirgsformationen ein so verschiedenes Streichen und Fallen zeigen. Manche von den hiernach in beträchtlicher Tiefe unter der Erdkruste entstandenen Höhlen mögen noch jetzt vohanden seyn, wofür auch entscheidende Beobachtungen spreches.

¹ v. Humboldt in Journ. de Ph. LXIX. 8. 148.

² Vergl. Vulcane.

⁸ Diese Meinung hegt unter den neuern Geologen namentlich H. B. DR SAUSSURE in Voyages dans les Alpes. 1779 bis 1786, IV vol. 4. §. 2800. Vorzüglich aber ist sie vertheidigt durch L. v. Buch in Abh. d. Berl. Akad. d. W. 1812—13. S. 141. 1818—19. S. 51. Geognost. Beeb. auf Reisen durch Deutschl. u. Ital. II. 249.

^{4 8.} Höhlen.

die meisten aber sind gewiß mit dem eingedrungenen Wasser erfüllt worden, welches in einigen noch jetzt vorhanden seyn mag, während die Mehrzahl wohl ohne Zweifel mit hineingespültem Erdreich ausgefüllt ist. Dass übrigens diese Höhlen so groß seyn sollten, als erforderlich wäre, um das Wasser von seinem früheren Stande nach der Hypothese der Neptunisten bis zu seinem jetzigen zu vermindern, dieses ist wegen der nach Inmen zunehmenden Dichtigkeit der Erde unzulässig, und wird deswegen auch von p'Aubuisson i durchaus verworfen.

DE LA PLACE 2 stellt inzwischen eine andere Hypothese auf, welche eben so gut neptunisch als vulcanisch seyn kann und unterstützt sie scheinbar mit Gründen, welche aus der Beschaffenheit des elliptischen Erdsphäroids hergenommen sind. Nachdem er namlich gezeigt hat, dass zur Erhaltung des Gleich- . gewichts der Erde und ihrer Schichten die mittlere Höhe der Berge der mittleren Tiefe des Meeres nahe proportional seyn mus, während die größten Tiefen des letzteren den höchsten Spitzen der ersteren wegen schon erfolgter Zuschlemmung nicht gleich kommen, dass aber sowohl die Erhabenheiten als auch die Vertiefungen auf der Erdoberfläche nur einen kleinen Bruchtheil des Unterschiedes der beiden Erdaxen ausmachen, und dass endlich die unverkennbarsten Spuren einen früher höheren Stand des Meeres anzeigen, so schliesst er, dass die wiederholten Einsinkungen der Inseln und eines Theiles des Festlandes, verbunden mit ausgedehnten Einsinkungen des gesammten Meereshodens, wodurch früher vom Meere bedeckte Theile trocken wurden, durch diejenigen Erscheinungen deutlich angezeigt werden, welche die Oberfläche der Erde und die Lagerungen auf derselben uns darbieten. Um sie zu erklären dürfe man nur annehmen, dass diejenigen Ursachen, welche noch jetzt dergleichen Wirkungen hervorbringen, sich damals kräftiger äußerten. Einsinkungen eines Theiles des Meeresbodens mussten aber einen so viel größeren Tractus aufs Trockene bringen, je weniger tief das Meer früher an diesen Stellen war, und so konnten durch dieses Mittel große Continente sich über das Wasser erheben, mit welchem sie früher bedeckt waren, ohne eine bedeutende Veränderung in der Gestalt des Erdsphäroids hervorzubringens

¹ Traité de Geog. I. 413.

² Expos. du syst. du Monde II. 187.

wie denn tiberhaupt die Regelmässigkeit der Gestalt des elliptischen Sphäroids der Erde erfordert, dass die Einsenkungen des Meeres nur einen kleinen Bruchtheil des Unterschiedes beider Erdaxen hetragen durften.

LA PLACE scheint mir indess nur in einem Theile dieser vollständig mitgetheilten Darstellung Recht zu haben. Zuerst ist es unbestreitbar, dass diejenigen Veränderungen, wodurch die Erdkruste ihre, bei der Erstarrung aus dem Flüssigkeitszustande als eben hervorgegaugene, oder mindestens in jenem Zustande völlig ebene Oberfläche zu den jetzt vorhandenen Unebenheiten umbildete, hinsichtlich auf die gesammte Erdmasse und auch selbst im Verhältniss zu dem Unterschiede beider Erdaxen nur eine geringe Größe hetragen dursten. Ausgemacht ist es ferner, und auf allen Fall den Naturgesetzen nicht widerstreitend, dals der Meeresboden an einigen Stellen oder auch wohl im Ganzen eingesunken seyn mag. Dass aber die jetzige Unebenheit der Erdobersläche aus solchen Einsinkungen allein erklärbar sevn sollte, dieses ist mit bekannten Thatsachen keineswegs leicht vereinbar. Zuerst streiten nämlich dagegen die kappelformig gewölbte Lagerung und das hiermit übereinstimmende Fallen der verschiedenen über einander gelagerten Felsarten 1, welches vielmehr auf ein Gehobenseyn der untersten Lager deutet,, indem sie sonst horizontal liegen mülsten, wenn man keine allgemeine, bloss einige höchste Puncte der Erdrinde nicht einschließende, und somit zu tiefe Einsinkung annehmen wollte. Zweitens aber ist es zwar wohl denkbar, dass bei der Festwerdung der Erdkruste nach dem Flüssigkeitszustande blasige Räume entstanden, welche nachher einsinken und das Meerwasser aufnehmen konnten, allein dass diese eine hinlängliche Weite gehabt haben sollten, um das gesammte jetzige Meer aufzunehmen, ist schon deswegen nicht so währscheinlich als die gewöhnliche Meinung der Vulcanisten, wonach vielmehr die Hervorragungen der Erde gehoben sind, weil man nur die Hälfte der erforderliehen Wirkung anzunehmen genöthigt ist, wenn man voraussetzt, die Berge seyen um eben so viel gehoben, als der Meeresboden einsank; und wenn man einmal zugiebt, dass früher solche blasenförmig aufgetriebene Räume gebildet werden konnten, so darf

^{1.} Vergl. Th. III. S. 1075.

Eman auch nicht wohl in Abrede stellen, das ihre Entstehung spetter gleichfalls möglich war, während das Meer schon in ein und den andern jener älteren Räume hinabsank. Endlich aber sprechen mehr Thatsachen für das Emporgehobenwerden von Theilen des Erd- und Meeresbodens, als für Einsenkungen desselben, wenn gleich beide Arten von Erscheinungen im Gebiete der Möglichkeit liegen, und M. v. Engelhard und F. Parrot aus Gründen zu erweisen suchen, dass der Boden des Caspischen Meeres gesunken sey, oder das Wasser desselben sich in unterirdische vulcanische Höhlen gezogen habe, folglich diese Hypothese durch ein erwiesenes Factum Unterstützung erhalten hätte.

Wenn gleich hiernach die ursprüngliche Gestaltung des Erdhalls und die Bildung seiner Rinde nebst den wesentlichsten primitiven Veränderungen beider und somit auch der Erdoberfläche durch vulcanische Kräfte hervorgebracht wurden, so darf man dabei doch keineswegs dem Wasser eine bedeutende Mitwirkung bei der Erzengung eines großen Theils der Felserten absprechen. Ganz entschieden verdanken diesem neptunischen Bildungsmittel die aufgeschwemmten Gebirge ihren Ursprung, und nicht minder die tertiären, so wie auch wohl sicher mindestens mehrere der sogenannten secundären Gebirgsformationen, wenn gleich manche derselben durch spätere vulcanische Actionen bedeutend verändert seyn mögen. Am entscheidendsten, und nicht ohne triftige Gründe, hat sich hierüber d'Aubuisson2 geäußert, dessen Urtheil bei seinen großen geognostischen und physikalischen Kenntnissen gewiß von vorzüglicher Wichtigkeit ist. Nach seinem Urtheil müssen alle diejenigen Felsarten, welche Reste von Seethieren enthalten, namentlich das große Lager von Kupferschiefer im Mannsfeld'schen mit den vielen Tausenden von Fischabdrücken u. s. w. für einen Niederschlag aus einer wässerigen Auflösung gehalten werden, weil sich aus der Art der Lagerung jener Petrefacten ergiebt, daß die in steinige und metallische Substanzen umgewandelten Thiere an denjenigen Orten früher gelebt haben, wo wir jetzt ihre Reste oder die Abdrücke derselben wiederfinden. Allerdings führt dieses wieder zu der ohen schon aufgeworfenen Frage, wo denn

¹ Reise in die Krym u. den Caucasus. Berl. 1815. I. 257.

² Traité de Geoguosie. Il Tom. Strafsbourg. 1819. I: 379. ff.

das viele Wasser geblieben seyn möge, welches alle jene Mineralien aufgelöset enthielt, und n'Aubursson beantwortet dieselbe keineswegs, vielmehr sagt er, dals dieses bis jetzt soch umbekannt sey; allein obgleich wir die auflösende Kraft des Wsers, in welchem namentlich jene Kupferkiese früher aufgelöss waren, nicht kennen, so spricht doch die Anwesenheit der Ueberreste lebender Wesen zu entscheidend für das ehemalige Vorhandenseyn desselben, als dass man dieses in Zweifel ziehen D'AUBUISSON geht in diesen seinen Schlüssen noch weiter, und meint, die so sehr vollständige Krystallisation de Urgebirgsarten und ihre keineswegs volltständige und bestimmt Scheidung von den secundären deute sehr entscheidend auf eine Dass dieser Schluss gegenwärtig frühere Lösung im Wasser. nicht mehr vollständig bestehen könne, ist oben nachgewiesen, insofern es jetzt als ausgemacht angenommen wird, dass die Erdarten auch aus dem feurigen Flusse Krystalle von hinlänglicher Größe und Regelmäßigkeit der Form liefern können; ob aber wirklich keine feste Grenzscheidung zwischen den Urgebirgsarten und denen der secundaren Formation statt finde (zwisches denen noch die Uebergangsfelsarten in der Mitte liegend angenommen werden 1), man daher befugt sey, aus der erwiesenes Anwesenheit von Resten früherer Meeresgeschöpfe in den letzteren auf eine neptunische Bildung der ersteren zu schließen, dieses ist eine Frage, welche die Geognosie zu beantworten hat, und ich bemerke darüber im Allgemeinen nur so viel, dass die neptunische Bildung aller derjenigen Felsarten, worin sich Petrefacten aus dem Thierreiche finden, wenn sie anders nicht bloss durch Zufall später hineingekommen sind, schwerlich jemals in Zweifel gezogen werden kann. Ohnehin zeigen die zur secundären Formation gehörenden Sand - und Kalksteinfelsen sehr entscheidende Kennzeichen eines solchen Ursprungs, indem mit vielem Grunde argenommen wird, dass aller Sand aus abgemedeten Trümmern des Quarzes der Urgebiege entstanden sey. zwischen bleibt hiermit noch immer die Frage unbeantwortet, wie der jetzige Vorrath des Wassers auf der Erde alle die hiernach aus demselben niedergeschlagenen Felsarten aufgelöset ent-

¹ D'Aubuisson a. a. O. I. 388. nennt blofs terrains primitifs and secondaires, und halt beider Bildung für analog. Uebrigens aimmet er gleichfalls die terrains intermediaires an. S. a. a. O. II. S. 194.

am Iten habe, wozu nach unseren jetzigen Kenntnissen derselbe Laineswegs ausreicht, und eine größere Menge hypothetisch ARD zunehmen, führt offenbar zu einer neuen Hypothese, womach dieselbe später vermindert seyn müßte. Es liegt sehr nahe Lei der Sache, nach den Hypothesen von MITSCHERLICH und andern Vulcanisten zu folgern, dass das unter stärkerem Drucke' Defindliche heißere und vielleicht bis zur Temperatur der Glühhitze gesteigerte Wasser eine ungleich größere auflösende Kraft Desessen habe, wodurch dann die vulcanische und neptunische Ilypothese mit einander vereinigt werden würden. haben wir indels keine Erfahrung, wonach allgemein die Auf-Löslichkeit der Erden im Wasser durch erhöhete Temperatur bedeutend gesteigert wird, und bei der Kalkerde findet gerade das Gegentheil statt. Wollte man diesem entgegensetzen, dass noch keine Versuche vorhanden seyen, worin die Hitze des Wassers so sehr gesteigert wurde, als bei der ursprünglichen Bildung der Erde und ihrer Rinde angenommen werde, und man daher die alsdann stattfindende auflösende, Kraft des Wassers noch nicht kenne, so verliert man sich abermals in das Hypothetische. Ob man übrigens eine eigentliche Auflösung der Fossilien im Wasser, und nicht vielmehr eine innige Mengung beider als genügend zur Erklärung der Entstehung mancher Gebirgsarten anzunehmen habe, darüber masse ich mir kein entscheidendes Urtheil an.

8. Eben so wenig als vieles anderes ist bis jetzt noch der Ursprung der Gänge ausgemacht. Folgende Meinungen hierüber sind nach n'Aubursson 1 ganz unzulässig: 1. Man betrachtet sie als Ramificationen eines im Innern der Erde befindlichen großen Stammes. 2. Oder sie sind aus der Masse des
Gesteins durch gewisse unbekannte Agentien entstanden, von
denen sie durchdrungen wurden. 3. Endlich waren die Spalten
der Erdrinde früher vorhanden, und wurden erfüllt durch das
eindringende Regenwasser mit denjenigen Substanzen, welche
durch den Einfluß des Sonnenlichtes oder der Luft oder der aus
dem Innern der Erde verslüchtigten Stoffe in die jetzigen Gangmassen und Mineralien verwandelt wurden. 4. Auch die Hypothese des de La Matherie findet der Bildung der Erdrinde

¹ a. a. O. II. 652.

durch chemische Anziehung gleichzeitig aus der übrigen Mase ausgeschieden und mit einander vereinigt seyn sollen, weil af diese Weise nur einzelne Krystalle oder vereinte Haufen von Krystallen, aber auf keine Weise so lang fortlaufende, mi fremdartigen Mineralien erfüllte Gange gebildet seyn konnte. 5. Endlich verwirft er mit WERNER auch die Meinung denenigen, welche annehmen, die Spalten, worin die Gangmassen eingeschlossen sind, seyen früher dagewesen, und mit solche Substanzen erfüllt, welche verschiedene Flüssigkeiten aus de umgebenden Gebirgsarten aufgelöset, und in den Spalten almälig abgesetzt hätten. Die Gegengründe liegen hauptsächlich darin, dass sehr häusig in den Felsarten keine Spar von densnigen Fossilien gefunden wird, welche die in ihnen befindichen Gänge enthalten, und dass gleichartige Gänge eine gewiss Richtung haben, während ganz von ihnen verschieden sie n eben den Gebirgen durchkreuzen. So gehen z. B. die silberhaltigen Gänge bei Ehrenfriedersdorf im Erzgebirge von Norl nach Süd, und schneiden die zinnhaltigen, welche von Wes nach Ost gerichtet sind. Nach WERNER entstanden die Gengspalten bei oder gleich nach der Bildung der Erdrinde, waren also offen, ehe sie von den Gangmassen ganz oder zum Thel ausgefüllt wurden. Letztere kamen durch Infiltration in jene Räume vermittelst der Auflösung der zu oberst gelagerten Bestandtheile, welche sich in jene Spalten hinabsenkten und dort D'Aubuisson, obgleich ein großer Verehrer von WERNER, glaubt zwar, dass die Entstehung einiger Gänge auf diese Weise erklärt werden könne, allein als allgemeine Erklirung sey sie durchaus unzulässig, weil sie nicht füglich einsehen lasse, woher gerade die Gangmassen gekommen seyn, die Gänge ohne Beimischung der Gebirgsfelsarten ausgefüllt haben und dann wieder verschwunden seyn sollten; auch sey femer nicht wohl begreiflich, wie nahe bei einander liegende oder gu sich durchkreuzende Gänge mit verschiedenartiger Gangmass angefüllt seyn sollten, WERNER's Hypothese ist übrigens inden neuesten Zeiten meistens verlassen, und die Geologen neigen sich mehr auf die Seite der Vulcanisten, nach deren Meinung die Gänge durch vulcanische Kräfte von Innen heraus gefüllt seyn sollen, nachdem die Gangöffnungen schon früher durch Zerreissung beim Emporheben der Erdkruste, oder als Spelten bei der Abkühlung derselben entstanden waren. Die Ausfüllung

Art emporgehobener Lava oder durch Sublimation geschehen seyn. Bis jetzt hat indels noch kein Geognost es unternommen, eine von den genannten oder eine andere vulcanische Hypothese in einem solchen Umfange mit den über die genaue Beschaffenheit der Gänge bekannten Thatsachen in Einklang zu bringen, als dieses durch Wennen in Beziehung auf seine Hypothese geschehen ist, und dieser Gegenstand erwartet daher moch eine ausführliche Behandlung durch irgend einen gewiegten Geognosten und Chemiker.

Wie auch immer die uranfängliche Bildung der Erde geschehen seyn mag, so ist zugleich so viel aus unbestreitbaren Thatsachen gewiss, dass der Erdball sowohl demals als auch später, und zwar ununterbrochen, gewisse bedeutende Veränderungen erlitten habe. Hierfür entscheiden unwidersprechlich die überall verbreiteten, von den roheren anfangenden und bis zu den feiner organisirten übergehenden Ueberreste der Pflanzen- und Thierwelt, nebst der eigenthümlichen Lage, Vertheilung und Beschaftenheit derselben 1. Es ist ferner oben schon bemerkt, dass vieles, auf die uransängliche Gestaltung und spätere Umbildung des Erdballs und hauptsächlich der Erdkruste Bezügliches aus einer Veränderung des Schwerpunctes der Erde und einem Wechsel der Richtung ihrer Axe gegen die Ekliptik erklärt werden könne, Eine Verrückung des Schwerpunctes ist ohne Nachweisung der sie bewirkenden Ursachen an sich nicht wohl denkbar, und sindet in der durch Pendelbeobachtungen ausgemittelten, regelmäßig von Innen her abnehmenden Dichtigkeit ein unübersteigliches Hinderniss 2, auch fällt gegenwärtig das Hauptargument, worauf jene Vermuthung eines Wechsels des Schwerpunctes gestützt war, nämlich die Ungleichheit der Dimensionen beider Erdhalbkugeln, weg, insofern diese, früher aus La Caille's Messung am Cap gefolgert, durch die neuesten Untersuchungen widerlegt ist. Um so mehr Anhänger fand die Hypothese von einer veränderlichen Richtung

^{1 8.} Petrefacten.

^{2 8.} Erde. Th. III. 8. 944. La Place Système du Monde. H. 134. Vrgl. oben Nr. 3 am Ende.

der Erdaxe 4, worans sich allerdings die meisten Aufgaben Geologie eben so natürlich als leicht erklären ließen. Geologen dürfen diesès Mittel der Erklärung nicht benan weil sich die Astronomen bestimmt dagegen erklären. lich hat Bong 2 ausführlich die Gründe entwickelt, aus denes solche Hypothese unstatthaft ist, und La Place 3 erklärt auf bestimmteste, dass er sich bemüht habe, sie mit astronomisch Thatsachen zu vereinigen, aber stets wieder sich von der Unlichkeit dieser Hypothese überzeuge. Hiernach ist es also durch am leichtesten und den bekannten Naturgesetzen am angesensten, die namentlich durch die Versteinerungen begründ Veränderungen der Erdoberfläche von einer Hebung der Get durch vulcanische Kräfte und von einer in früheren überall höheren Temperatur des Erdballs abzuleiten. sachen eines Wechsels von Lagern mit Ueberresten von Produ ten des Seewassers und der süßen Gewässer, wie sie sich m mentlich bei Paris nach Cüvien und BROGNIARD, südlich von London nach WEBSTER und auch sonst noch finden 4, sind ge genwärtig noch problematisch; inzwischen würde es nicht schwe seyn, dieses Phanomen, jedoch blos hypothetisch, mit Baxa-LAK 6 aus einem wechselnden Abflusse größerer Binnenmeer, oder aus einem wechselnden Stande des Meeres zu erklären.

10. Verschiedene nicht bloss ältere, sondern sogar auch neuere Geologen, und unter diesen selbst einige Koryphären der Wissenschaft, als namentlich Cüvina 7, Buckland, Jami-

¹ Vergl. MEISTER de montium origine ab axis ter. mutat. pessin Comm. Gott. 1782. p. 28. 1783. p. 101. und oben die Hypothess des Assé Plüche.

² Neue Schr. der Berl. Ges. Nat. Fr. II. 303.

S Syst. du Monde. II. 188. Toute hypothése fondée aur un déplacement considérable des pôles à la surface de la terre, dont étrépetée.

⁴ S. Th. III. S. 1075 und die dazu gehörige Kupfertafel.

⁵ Inst. geol. II. 488.

⁶ Dieses scheint die Meinung zu seyn, welcher Const. Pasvost zugethan ist, nach einer vorläufigen Anzeige seiner Abh. in Aus. Ch. Ph. XXXV. 439.

⁷ Essay sur la Théorie de la Terre cet. Ein in mehreren Aufsgen erschienenes classisches Werk.

⁸ Reliquiae diluvianae. Lond. 1825. 4. Zweite Aufl. eb. 1824.

son 1 and viele andere sind geneigt, eine allgemeine große Fluth anzunehmen, wodurch nicht bloss verschiedene Veränderungen der Erdoberfläche herbeigeführt, sondern namentlich auch die Ueberreste urweltlicher Thiere entweder in große Haufen zusammengeschwemmt, und dann mit nachher zu Steinen erhärteter Erde bedeckt, oder die Thiere selbst in die schon vorhandenen Höhlen zusammengedrängt und dann darin umgekommen seyn sollen. Immerhin bleibt die Lösung der Frage, wie eine wahrhaft erstaunenswürdige Menge der verschiedenartigsten Thiere, deren Ueberreste sich theils versteinert, theils blos mit Erde und Steinen bedeckt in einem dem Vermodern nahen Zustande gegenwärtig so häufig vereint finden, an ihren jetzigen Fundort gekommen seyn mögen, ein höchst schwieriges Problem, wenn es gleich nichts Widersprechendes in sich schließt anzunehmen, dass die in aufgeschwemmter Erde häufig vorkommenden Reste des Mammut, des Urstiers und anderer vorweltlichen Thiere durch partielle Fluthen von höheren Gegenden herabschwemmt und im Schlamme begraben seyn mögen, um so mehr, da manche einzelne Ueberreste derselben noch in den Lagerungen ehemaliger Flussbetten gefunden werden. Allein eine allgemeine Fluth, wenn man auch, abgesehen von den schon frühergebildeten Lagern der aus dem Meere entstandenen Versteinerungen, sie erst nach schon hergestellter Erdkruste stattfindend. also als die letzte Katastrophe der großen Veränderungen unsers Planeten betrachten wollte, ist durchaus unstatthaft, weil die sie erzeugenden Mittel nicht ohne unnatürliche Hypothesen aufzufinden sind. Wenn man von den älteren, den Naturgesetzen geradezu widersreitenden Erklärungen dieses Phänomens abstrahirt, so hat man neuerdings angenommen, ganz America sey aus dem Meere emporgehoben, oder es sey eine später wieder untergegangene große Insel im stillen Meere durch vulcanische Kräfte gebildet, oder es sey ebendaselbst ein großes Continent untergegangen, oder eine Meteorsteinmasse von der Größe eines ganzen Gebirges oder einer ausgedehnten Insel sey dort hineingefallen, u. dergl. m. Alle solche ungeheuere Phanomene scheinen zwar auf den ersten Blick gleich große Wallungen und Fluthungen der großen Wassermasse des Meeres erzeugen

⁶ Essay on the Theory of the Earth. By Baron George Cuvier; with geological illustrations by Prof. Jameson. Fifth edit. Lond. 1827.

au können, und wenn man bloß bei der allgemeinen Betracht der Sache stehen bleibt, so scheint die hypothetische Fluth te unnatürliche Wirkung einer so ganz ungeheuren Ursache. Sold man sich aber die Mühe giebt, das Problem nach hydrostatisch und hydraulischen Gesetzen genauer zu prüfen, so tritt augu blicklich die Unmöglichkeit der Sache sehraugenfällig hervor, ohne eine Aufhebung der bestehenden Naturgesetze oder die nahme eines Wunders ist das Ganze undenkbar. Nur auf zweist Weise nämlich ist das Phänomen als geschehen zu betrachte zuerst wenn man annehmen wollte, das Meer sey durch ei der angegeben Ursachen in eine plötzliche Wallung verset habe dadurch die Fluth veranlasst und dann seinen ursprüge chen Stand nach statischen Gesetzen wieder angenommen, et in der Art, wie noch jetzt durch anhaltende Stürme beweit eingeschlossene Meere eine Ueberschwemmung der Küstenle der herbeiführen; oder wenn man sich im Ocean eine so grei Masse erhoben dächte, dass das verdrängte Wasser allgemei seinen Stand so sehr erhöhet hätte, um die Ueberschwemmu zu erzeugen, dann aber durch Ausfüllung eines angemessent Raumes zu seinem früheren Niveau zurückgekehrt wäre. De erste Fall ist undenkbar; denn es kann allerdings wohl ein eingeschlossenes Meer, wie die Ostsee, der Genfersee u. s. w. oder auch der in einen Canal, eine Bucht, eine weite Strommunden sich verengende Ocean durch anhaltende Stürme in Oscillationen versetzt werden, dass das Wasser partiell da, wo die Or-

¹ Wenn diese und ähnliche Veränderungen der Erdoberfliche von der Wirkung eines Kometen abgeleitet werden, wie z. B. dard RHODE. S. Ueber den Anfang unserer Geschichte u. die letzte Revoletion unserer Erde, als wahrscheinliche Wirkung eines Kometen. Belau 1819, so wird man hier keine specielle Widerlegung dieser Hypthese erwarten. La Place außert sich über die Nichtigkeit einer sich chen Furcht in einer vortrefflichen Stelle, welche wohl der Mittelung werth ist. Er sagt Syst. du Monde II. 60. Mais l'homme est milement disposé à reçevoir l'impression de la crainte, que l'on a va et 1773 la plus vive frayeur se répandre dans Paris, et de là se comesniquer à toute la France sur la simple annonce d'un mémaire des lequel LALANDE déterminait celles des comètes observées, qui pentent le plus approcher de la terre: tant il est vrai, que les erreurs, les superstitions, les veines terreurs et tous les maux qu'entraîne l'ignoreach se reproduiraient promtement, si la lumière des sciences venet à s'éteindre.

Elletion einen Widerstand findet, etliche Meilen landeinwärts Lie Küsten bis zu einer Höhe von 20 oder wohl gar 50 F. überchwemmt, im weiten und überall freien Oceane aber sind solhe Oscillationen unmöglich, wollte man sich auch einen noch o großen Körper hineingeworfen oder eine noch so starke Ermhütterung durch ein unterirdisches Erdbeben denken. Wie man sich auch den Fall denken mag, so führt jede Berechnung Mezeit auf diese Unmöglichkeit, und nur diejenigen, welche kie allerdings großen partiellen Verheerungen der Küsten durch Lie Meeressluthen bei hestigen Erdbeben ins Unermelsliche, aber mach ins Unmögliche vergrößert in ihrer Phantasie ausdenken. glauben eine solche allgemeine Ueberschwemmung der ganzen Erde von ähnlichen, aber vergrößerten Ursachen ableiten zu konnen. Zum Beweise möge folgende ohngefähre Berechnung dienen. Das Wasser bei der Ueberschwemmung des Bagni-Thales 1 erreichte die größte, jemals beobachtete Geschwindigkeit von 32 F. in einer Secunde da, wo sie am stärksten war. and durchlief im Ganzen eine Strecke von 18 Lieues in 5,5 6tunden. Sollte nun das an irgend einem Puncte der Erde gehobene eder in Bewegung gesetzte Wasser den halben Umfang der Erde. welcher 2700 Meilen beträgt, durchlaufen, damit sich die äußersten Enden wieder vereinigten, so würden hierzu mehr als 57 Tage erfordert werden. Jenes Wasser erhielt und behielt aber diese Geschwindigkeit, indem es auf der genannten Strecke von 18 Lieues im Ganzen von einer 4187 F. betragenden Höhe herabstürzte, und sollte die Höhe, von welcher es auf jener längeren Strecke herabstürzen müßste, dieser proportional seyn, so würde sie jene in runder Zahl nur zu 4000 Fuss angenommen, gerade eine Million Fuss oder nahe 42 Meilen betragen, oder man könnte auch annehmen, es hätte dem Wasser eine Geschwindigkeit der Bewegung gegeben werden müssen, welche vermögend gewesen wäre, dasselbe zu einer Höhe von einer Million Fuss empor zu treiben. So wie aber diese Höhe oder die derselben zugehörige Geschwindigkeit des Fließens vermindert wird, wächst zugleich die oben angegebene Zeit, und es ist undenkbar, dass während dieser veralängerten Zeit das bewegte Wasser nicht in sein altes Bette zurücksließen sollte, ohne an das geforderte Ziel zu gelangen.

¹ G. LX, 381. u. LXII. 108.

Ein anderer Gegengrund gegen eine solche Annahme liegt is der erforderlichen Menge des Wassers; weil dieser aber met die zweite Ansicht trifft, so wird es am besten seyn, sie in & recter Beziehung auf diese zu prüfen. Wir wollen also annemen, ganz America sey vorher unter dem Meere begraben rewesen, dann plötzlich durch vulcanische Krafte gehoben 1, habe somit das Wasser aus der Stelle verdrängt, so daß dies eine willkürlich lange Ueberschwemmung verursachte, bis e sich wieder in den von diesem Lande früher eingenommens Raum verlief. Abgesehen von den übrigen bedeutenden Gegergründen gegen eine solche Hypothese wollen wir annehmen, mittlere Tiefe des Meeres über diesem Continente habe em ganze geographische Meile betragen. Da nun die Oberfläche de Erdellipsoids sehr genau 9260500 geogrophische Quadratmeile beträgt 2, der Flächeninhalt von America aber nahe 572110 geog. Q. M., so beträgt letzteres etwas mehr als Th von jenen, us nur um den so vielten Theil einer Meile, also nur um 1500 L konnte das Wasser allgemein über das Niveau des Meeres stegen, und es würden also selbst bei einer an sich so unnatüdchen Hypothese, welche die Annahme einer noch vorhandenes ganz ungeheuern Wassermasse unter jenem Welttheile voranssetzt, doch noch Oerter auf der Erde vorhanden seyn, wohin dasselbe nicht kommen konnte, aber dennoch hingekommes seyn miiste, wenn man alle die Veränderungen aus dieser Katastrophe erklären wollte, welche man derselben gern beimessen möchte 3. Dass dagegen viele und mitunter ausnehmend große partielle Fluthen statt gefunden, und sehr bedeutende Veränderungen angerichtet haben mögen, ist wohl keinen Augenblick zu bezweifeln 4. Solche mussten schon nothwendig erfolgen, wenn die Berge durch vulcanische Kräfte aus dem Meere erhoben wurden, dabei große Binnenmeere einschlossen und diese späterhin ihre User durchbrachen, ja wir

¹ F. H. Link in: Die Urwelt u. s. w. II. 82. leitet die allgemeine große Fluth von der Erhebung America's her, welches als ein neues Land anzuschen sey.

^{2 8.} Th. III. 8. 934.

³ Aus andern gewichtigen Gründen erklärt sich gegen eine allgemeine Fluth Flemming in Edinb. Phil. Journ. XXVIII. 205.

⁴ Vergl. v. Zach in Gorresp. astron. T. XtV. Nr. 2.

fam den noch jetzt viele Districte, welche die unverkennbarsten Bouren an sich tragen, dass sie früher unter Wasser standen. bas sich dieses irgendwo einen Ausweg bahnte. Ueberhaupt ar die, die Erdoberfläche verändernde Wirkung des Wassers an meleich großer als in der geschichtlichen Zeit, da ohnehin die Lippothese mindestens mit einigen Wahrscheinlichkeitsgründen manterstützt werden kann, dass der Meeresboden im Allgemeinen gesunken, der Spiegel des Meeres erniedrigt sey, und das Meer überhaupt an einigen Stellen sich ein Bette gegraben habe, es früher nicht vorhanden war. Saussünz hält die zackigen Spitzen der Alpen, n'Aubursson's die einzelnen konischen Berge, als die Landskrone in der Lausitz, die Felszacken bei Greifenstein in Sachsen u. a. für die Reste ursprünglich größerer, jetzt größtentheils zerstörter Berge; die überall zerstreuten, einzeln liegenden Felsblücke (sogenannte Findlinge) sind auf allen Fall Trümmer zerstörten Berge 3, bei deren Zerstreuung große Wasserfluthen ohne Zweifel mindestens oft thätig waren, und wenn die südlich vom Baltischen Meere zahlreich vorkommenden wirklich dem skandinavischen Granite verwandt, und zur Zeit der Formation des Grobkalkes an ihre jetzige Lagerstätte gekommen sind, wie HAUSMARN in seiner gehaltreichen Untersuchung über diesen Gegenstand behauptet 4,. so konnte es fraglich werden, ob damals die Ostsee sich wirklich schon ihr Bette gegraben hatte, und ihr Spiegel mit dem jetzigen mindestens nahe überein kam. Ueberhaupt, wenn man die zerstörenden Wirkungen betrachtet, welche noch gegenwärtig durch große Fluthen angerichtet werden, wenn man die Menge von Steinen, Kies, Erde und Sand berücksichtigt, womit sie nicht selsen die Niederungen überschütten, so darf man mit Recht vermuthen, dals ihre Wirkungen auf der jüngeren Erde noch ungleich stärker waren 6.

¹ Voyages S. 2244.

² Truité de Geog. I. p. 228.

⁸ Vrgl. Th. JH. S. 1078.

⁴ Comm. Soc. Reg. Gott. 1827. Nach einer vorläufigen Anzeige in Gött. gel. Anz. 1827. Sept.

⁵ Da dieser ganze Artikel auf Vollständigkeit keine Ansprüche machen, sondern nur die Hauptsachen enthalten soll, so konnte auch in diesen ersten Abschnitten die Literatur selbst nicht relativ vollständig mitgetheilt werden. Auf bloße Hypothesen, welche der richtigen IV. Bd.

N n n n

C. Spätere Veränderungen der Erde.

Dass die Bildung und Veränderung der Erde auf eine ge wisse Zeit beschränkt gewesen seyn, folglich einmal ganz mighort haben sollte, ist auf keine Weise anzunehmen. vielmer folgt sowohl aus Gründen der Wahrscheinlichkeit, als auch a entscheidenden Thatsachen, dass diese Veränderungen des Unterbrechung fortdauern, jedoch vermuthlich in stets abselmender Zahl und mit verminderter Wirksamkeit. einen bestimmten Anfang der eigentlichen Geschichte der Ve-· änderungen, welche die Erde und hauptsächlich ihre Rinde litten hat, so ließen sich die geschichtlichen von den vorgschichtlichen unterscheiden, da es aber nicht einmal eine scharf begrenzten Anfang der Geschichte des Menschen giebt, # lässt sich jener noch ungleich weniges erwarten, und es bes daher in vielen Fällen nicht genau bestimmt werden, ob irgel eine, durch sprechende Thatsachen noch jetzt kenntliche Veänderung der Erdoberfläche vor dem Bewohntseyn derselbe durch Menschen oder nach demselben erfolgte, oder aber is bei Perioden gehört, wenn gleich viele entschieden der geschielt lichen und einige sogar der neuesten Zeit bestimmt angehöre Eine genaue Trennung mach der Zeitfolge ist daher auch bei in diesen Abschnitt gehörigen Thatsachen unmöglich, und manchen bleibt es unbestimmt, in welche Zeit sie gehören; lich aber ist ihre Zahl so übermälsig groß, daß mindestens im nur die wesentlichsten derselben Platz finden können, welch man zur leichteren Uebersicht nach den hauptsächlich witteden Ursachen unter gewisse Abtheilungen zu bringen pflegt.

1. Wenn gleich die eigentliche Bildung der Gesteine, wie cher namentlich die Porphyre, Puddingsteine, Nagelsus zi

astronomischen und physikalischen Principien ermangeln, wie z. R. is folgenden Schriften enthalten sind: Theoretische Bruchstücke über is Natur der Erde, Sonnen- u. Blanetenwelt. Von S. P. T., Düssellel 1798: 4. Zertrümmerung des großen Planeten Hesperus und Phasse cet. Von J. G. Radlos. Berl. 1823. R. Cosmogoniae Antiquitatis prins lineae. cet. a. H. P. Sandal. Hafn. 1819. 8. und mehrere andere kans überhaupt keine Rücksicht genommen werden. Viele Thatsacken inder man zusammengestellt in J. G. J. Ballenstedt die Urwelt oder Bewis von dem Daseyn und Untergange von mehr als einer Vorwelt. 3te Auf. 1815. IH T. 8. und in dessen: Die Vorwelt und die Mitwelt. 1824. II T. 8.

anchrere andere in der Urzek ihre Entstehung aus den Trümmern schon bestehender und wieder zerstörter Felsarten verdanken, in sher geschichtlichen Zeit aufgehört hat, so zeigen doch einige wenige Beispiele unverkennbar neuester Formationen dieser Are. class die hierbei thätigen Kräfte keineswege aus der Natur geschwunden sind, sondern noch nach der Bewohnung der Erde alertch Menschen thätig waren. Hierhin sind zu rechnen die Ab-Articke von Menschen in den Felsen auf Guadaloupe. geborenen nammen sie Galibi, womit ein Stamm der Caralben bezeichnet wird, woraus neben andern Gründen sehr wahr! solwinlich hervergeht, daß sie nicht alt sind, sondern von den benichbarten Careiben heretammen, welche dort ihre Todten un hegraben pflegten. Obgleich daher der Begriff keineswegs getman festgesetzt ist, wie alt die Reste einer früheren Thier - und Pflanzenwelt soyn müssen, um unter die Petrefacten gerechnet en werden, so kenn doch der bisher angenommene Satz, daß es keine eigentliche Anthropolithen giebt, hiermit sehr gut bestehen; allein dass die Bildung der Relsen noch jetzt fortdaure. geht unverkennber hieraus hervor. Der Stein übrigens, worin sie sich befinden, ist mich v. GEAMISSO 2 ein Corallenfels von gleicher Beschaffenheit als derjenige, woraus die Sildseeinseln Inquistirte und in wirkliche, wenn gleich minder biestehen. hatte Steinmassen eingeschlossene Menschenknochen findet man sibrigens viele. Dahin gehören auf Malta und Cephaloma 3 die, die bei Bilsingsleben in Kalk und am Ganges in Sand 4, die in Enga land an mehreran Orten 5, die durch v. Schlottham bei Kostriz 6 durch d'Homenes Firmes 7 und Marcel de Sennes bei Durfort gefundenen. Die bei Sommerset ausgegrabenen Knochen unbekannten Uesprangs wurden von einigen hir Reste

¹ 1 König in Phil. Trans. 1814. p. 107. J. d. Ph. LXXIX. 196, G. LVIII. 198.

² Kotzebue's Reise III. 31.

⁵ Thomson Ann. of Phil. 1816. Aug.

⁴ v. Leonhard cet. Propaedeutik d. Mineral. S. 230.

⁵ Buckland in Phil. Trans. 1832. L 225. . .

⁶ Dassin Pelzelhatephunde, Gotha 1829. 8. 1.

⁷ Bibl. univ. XXIII. 277.

⁸ Ebend. XXIV. 11. L. d. P. ECH. 281. u. in Masée d'Hist. nat. Vlime Année p. 872.

ältester Menschenstämme gehalten f., und Enswohrn fold in der Gegend von Connecticut in dem dort weit verbreiteten withen Sandsteine 23 F. unter der Oberfläche Knochen, welch leider zu sehr zerschlagen waren, aber dennoch von den Professoren der Medicin Ivzs und Kriehr für Menschenknochen gehalten wurden 2.

Für eine Bikhung der Felsen in der geschichtlichen bi zeugen ferner ganz unverkennbar die in Steinen eingeschloss noch lebend gefundenen Thiere, über welche höchst unglabliche Thatsache so viele unverdächtige Zeugnisse vorhande sind, dass sie unmöglich in Zweifel zu ziehen ist3. Achen Beispiele dieser Art erzählen Lussan in seiner Lithotheologi und FRANKEN 4, genau bezeugt ist das Auffinden einer lebeden Kröte im dichten Sandsteine eines. Steinbruches in Schwe den durch Graebers 5. Ferner seh Weiston eine lebende Krote, welche ein Steinhauer in einem gespaltenen Manneblocke auf der Insel Elp in einem Loche, etwas größer als selbst im dichten Gestein gefunden hatte, und MALPAS fand de solches Thier in einem Quadersteine, in welchen keine Oeffnug ging 6. MURHARD seh in einem Steinbruche bei Cassel, ein großer solider Stein gespalten wurde , in der Mitte dese-, ben drei lebende Kröten in einer den ischen, inwendig mit de ner gelblich braunen Materie lackirten Höhlung beisammen b gen. In dem überall gleich harten Steine fand. sich übriges durchaus keine weitere Verbindung mit der außeren Luft. Let-TENBERS, welcher diese Boobachtung mittheilt 7, meint well nicht mit Unrecht, es sey zur Erhaltung dieser Thiere hauf sächlich die Einsaugung des Wassers durch die Haut erfudelich, indem sie dieses im reinen Zustande stats in einer kleise Blase bei-sich haben, und sie konnten dieses vielleicht zersetzt, um davon zu leben und sogar zu wachsen. Minder auffalle wegen der begleitenden Umstände ist, das Gennand mb denborn in der Grafschaft Mansfeld eine lebende Kröte in

¹ Bibl, Brit, XIV, 283.

² Annals of Phil. XCV, 395.

³ Vergl. Treviranus Biologie. II. 11 ff.

⁴ Historie der Grafschaft Manafeld. Leipu. 1723. I. S. S.

^{5 8}chwed. Abh. III. 285.

⁶ Hamb. Mag. XVII. 5. 8. 552 u. 54.

⁷ Vermischte Schriften Gött, 1804, II. 870.

Steine fand. Das Loch, worin sie sals, war glett, und wenig gresser als sie selbst, oben auf der Oberfläche des Erdbodens aber fand man ein 12 Lachter tief herabgehendes Loch, welches 13Z. aber ihrem Sitz aufhörte 11. In Langedogen im Saalkreise fund man unter # Lachter dickes Dammerde ein Lettenflötz von einigen Lachtern Müchtiekeit, in welchem 16 Z. unter der Ober-Riiche eine lebende Arote so enge eingesperrt safs, dass sie ihre Fülse nicht bewegen konnte. Ihre Augen waren hell, sie wurde in das Loch wieder eingesperrt, starb aber nach 8 Tagen 2. ULLOA mah in einem von einem Bildhauer gespakenen Marmorblocke zwei lebende Würmer und nach der Angabe von Tassont fand man in einem gespaltenen Marmorblocke bei Tivoli einen le-Bendigen Krebs 3. LE CAT 4 erzählt, dass PRYSSONEL auf Guadeloupe einen lebenden Frosch in einem Felsen, und Le PRINCE zu Ecreteville einen Krebs auf gleiche Weise eingeschlossen fund. Scoolgnart berichtet, dass die Arbeiter am Canal Eviezu Lockport in der Grafschaft Niagara in einem aus der Tiefe geförderten festen Steine eine Kröte fanden, welche an der Luft lebendig wurde, aber bald hernach starb 5. Noch jüngstens fand ein Geistlicher zu Eden in Suffolk in einem Kreideberge zwei Salamander, welche mit Schleim überzogen waren, und mach dem Waschen sich bewegten, aber bald starben 6. Wie lange diese und andere, auf gleiche Weise gefundene Thiere diesen Wohnort inne gehabt haben mögen, lässt sich nicht nachweisen, inzwischen sind sie gewils nicht voradamitisch, und beweisen daher evident die noch in neueren Zeiten geschehende Bildung von Felsen.

^{: 4} Mém. de l'Acad. ide. Prusse. 1783: p. 18.

² Veigt Mag. 4 St. A. 8. 35.

³ J. d. Ph. 1817. S. 308, An eigentlichen Marmor, welcher zu den ältesten Felsarten gehört, ist weder hier noch im oberen Falle zu denken, vielmehr an jüngeren Kalksinterstein.

⁴ Dissert. sur les animaux vivans dans les pierres.

⁵ J. de Ph. XCV. 469. Edinb. Phil. Journ. Nr. XVI. p. 403. Aus Silliman's Journ. entnommen. In joner Gegend ist Kalkstein vorherrschend.

^{6.} Phil. Mag. 1816. Dec.

⁷ Die durch Hubrat in einer gesunden, mannsdicken Ulme, und durch Saignes zu Nantes in einer Buche gefundenen Kröten nach Histdel'Acad. de Par. 1719 u. 1731 u. a. gehören hier nicht her, beweisen aber, daßsolche Thiere sehr lange in eingeschlessenen Räumen leben können.

Auch Ueberreste menschlicher Kunstwerke sind in Felinten eingeschlossen gefunden, und beweisen also- eine Bildurg von jepen nach derjenigen Zeit, in welcher die Erde schon wa Menschen bewohnt wurde. Nach DE LASCOUR 1 fanden Sterhauer zu Auch im Departement du Gers zufällig ein regelmäße gearbeitetes, ohne Zweifel als Massstab gebranchtes Stück Kr pfer, 13 Lin. lang, 2 Lin. hoch und 2 Lin. breit, welches 5 Meter tief in einem Kalkfelsen lag. Der Felsen war ganz und ohn Spur einer Oeffnung oder eines neueren Umprungs, aber umener Kalkstein. Die Mächtigkeit desselben betrug 4 Meter, über ihm lag 1 Meter serreiblicher Kalkstein und 2 Met. Dammet, so dals das gefundene Kupfer im Ganzen 5 Met, tief von obs herah gerechnet, gefunden wurde. Nach nu La Marussa! wurden zu Doné unter mehreren Versteinerungen einige senerne Beile gefunden, welche geneu denjenigen glichen, ders sich die Wilden in America bediepen, und Büngen 3 redet .von ähnlichen, welche sich 19 F. tief unter Versteinerungen fande. Das merkwürdigste, mit allen Umständen angegebene und gladhaft constatirte Beispiel dieser Art erzählt aber Bouawon and einer vom Chevalier De Sades ihm mitgetheiken Nachrick, welche allerdings eine Aufbewahrung verdient. Im Jahre 178 · bis 88 beschäftigte man sich zu Aix in Provence mit dem Aufbaue des Gerichtshauses, und nahm die Steine dazu aus eines benachberten Hügel. Diese lagen schichtenweise, waren belgrau und von der Art, dass sie weich gebrochen wurden sich dann an der Luft erhärteten. Die Schichten waren duck eine Lege Kalk - und Thon - haltigen Sand getrennt. sten 10 Schichten zeigten nichts auffallendes, aber die 11te war von der folgenden durch Muscheln getrennt. Als der Seel von der 12ten weggeschafft wurde, fand man Stücke von gehauenen Säulen und unvollständig behauene Steine von der lichen Art als die oberen waren, außerdem aber Winkelmie, Hammerstiele und sonstige hölzerne Geräthe. Am auffalledstem war ein Brett, 7 bis 8 Fuls lang, ohngefähr 1 Z. dick mi in mehrere Stücke zerbrochen, jedoch ohne dass eine dersebe

¹ J. de Ph. XCL 140.

² Ebend. LX. 89.

⁵ Orographie de Braxellos.

⁴ Traité de Mineralogie. IL 402.

schlte, zusammengesetzt aber bildete dasselbe genau ein Richtscheid', wie es die Maurer unter die Setzwaage zu stellen pflegen, auch eben so usirt, als diese durch den Gebrauch werden. Der CHEVALIER DE SADES nahm die Sache selbst in Augenschein, fand die Steine unverändert, aber alles Holz in gut gefärbten Achat verwandelt; alles lag 50 F. unter der Oberstäche. Endlich erzählt auch v. STROMBECK 1 folgende von ihm gemachte Beobachtung: "Als ich 1816 bei Osterwald Kohlenstücke zerschlug, so fiel aus einem großen zerschlagenen Stücke ein aralter, gänzhich verrosteter, mit einer aus Bitumen und Eisenoxyd bestehenden Kruste zum Theil überzogener eiserner Spitzhammer. In dem Loche, worin ehemals der Stiel besestigt, befunden sich glänzende Kohlentheile, die auch hin und wieder, obwohl in sehr kleinen Stücken, an dem Hammer zwischen dem Eisenoxyde haften. Die Kohle, in welcher der Hammer steckte, war gänzlich durch den Schlag zersprengt, und rührte aus einem 60 bis 80 Lachter tiefem Flotze her," Minder beweisend für den aufgestellten Satz ist die Thatsache, dass 1782 bei Reckelsum im Münsterschen 20 Goldstücke aus dem 14ten Jahrhunderte in einem zerschlagenen Kieselsteine gefunden wurden 2, und noch jüngstens 1812 silberne Münzen in einem kieselhaltigen Steine, wovon die jüngsten aus dem 16ten Jahrhunderte waren 3.

2. Es kann nicht fraglich seyn, woher das Material zu den neu gebildeten steinigen oder felsigen Lagerungen gekommen sey, denn die atmosphärische Luft`und Feuchtigkeit hat von jeher die freistehenden Felsen aufgelöset, wovon dann die Bruchstücke durch ihr eigenes Gewicht herabrollen, durch des Wasser weggeschwemmt werden und die Niederungen ausfüllen, so das nicht nur neue Lagerungen dort gebildet werden, sondern auch die Berghöhen fortwährend ahnehmen müssen, und der Erdhall allmälig eine ebenere Oberstäche annehmen wird. Zwar werden die Berge durch die Vegetation hiegegen geschützt, auf der andern Seite aber bewirken die Gewächse eine Auslösung der Felsen, indem sie die Oberstäche länger feucht

¹ Anm. zur deutsch. Uebers. von Breislak Instit. Geol. T. II. 8. 511.

² Lichtenberg Mag. IfI. 177.

³ Journal des Mines. Nr. 23.

orhalten, und ihre Wurzeln in die feinsten Risse eindringen. Die Sache ist im Allgemeinen so bekannt, und man sieht von hohen Bergen große Felsmassen zuweilen stündlich herabrollen und unermeßliche Mengen von Sand, Steinen und Schlann durch die Flüsse zusammengeschlemmt, daß es völlig genügt, me die aufgeschwemmten Gehirge, die an manchen Orten in greßen Massen aufgehäuften Hügel von Steinen und Erde, so wie insbesondere viele sichtbar durch die Bergwässer ausgespülten Thäler zu erwähnen, um die Bedeutsamkeit des genannten Mittels zu beurkunden 1.

3. Ungleich geringer, obgleich an sich nicht unbedeutent, sind diejenigen Veränderungen der Erdoberfläche, welche da Wind durch Wegnahme und Fortführung des Sandes anrichtet In der Urzeit scheinen große Länderstrecken, welche wir jem mit Sand bedeckt finden, einen flachen Meeresgrund gebildet # haben, ohne dass sich die Zeit bestimmen lässt, wann sie trok-Manche derselben blieben ohne Zweifel noch später als Binnenseen unter Wasser, und wo diese, oder die zuweilen erst später entstehenden Sümpfe vertrocknen, werden weite Ebenen gebildet, wie am Caspischen Meere, am Aralu.a.? Hindert die Salzigkeit des Bodens den Wachsthum der Baume nicht, so bilden sich dann Wälder, diese ziehen die Feuchigkeit der Atmosphäre an und veranlassen Regen, wodurch eine gewisse dauernde Fruchtbarkeit erhalten wird; werden aber diese durch den Einfluss der Winde auf ihre aussersten Enden oder durch andere Ursachen ausgerottet, so geht eine öde Sandwüste hervor. Kein Welttheil zeigt dieses so auffallend und auf eine so eigenthümliche Weise als Africa, welches zum grossen Theile mit tiesem Sande bedeckt ist, in dessen weiten Strecken die einzelnen Oasen 3 sich so lange erhalten, bis der Flugsand auch sie zu hoch überdeckt, oder mangelnder Reges das zu ihrer Existenz erforderliche Wasser nicht mehr liefen, wie dieses namentlich bei einzelnen schon bewohnten Districten am Cap in den neuesten Zeiten nach Lichtenstein's Erzählung

¹ L. Bertrand Renouvellemens périodiques des continens terrestres. Paris an VII. 8. Vrgl. d'Aubuisson Traité de Géognos. L 128 u. 224.

² S. Falk topographische Beiträge u. s. w. I. 250.

³ Vrgl. Th. III. S. 1124.

der Fall war 1. Der in manchen solchen wüsten Gegenden 300 und mehrere Fuls tiefe Sand besteht größtentheils aus dem bekannten feinen Meeressande, oder Flugsande aus groberem Kiessande, und ersterer ist es besonders, welcher vom Winde fortgetrieben unglaubliche Verheerungen, namentlich in Africa, Asien und in geningem Umfange selbst in Europa, anrichtete. Am furchtbarsten sind diese Wirkungen im Mittelafrica, fallen aber dort weniger auf, weil der ganze District ohnehin unbewohnbar ist, am nachtheiligsten äußern sie sich aber von der libyschen Wüste aus nach Aegypten hin, wo der Sand dem Nile stets näher rückt, und in der Provinz Gizeh schon bis auf eine halbe Meile von seinem Ufer vorgedrungen Hierdurch sind die früher vereinten Natronseen jetzt in 6 Abtheilungen getrennt, die große und kleine Oase, welche zu-HERODOT'S Zeiten noch zusammenhingen, waren 450 Jahre: später nach STRABO's Beschreibung schon getrennt, die großeist jetzt kleiner und die kleine liegt jetzt vom See Moeris entfernt, an den sie früher grenzte; der Tempel von Thebae steckt 20 F. tief im Sande, und der berühmte, jetzt halb verschüttete Sphinx-Coloss, dessen schwarzes Haupt über das Mumienfeld hervorragt, gilt bei den Arabern für einen Talisman, welcher das von Westen vorrückende Sandmeer stets beschwört, nicht weiter nach Osten vorzudringen. Denon unter andern erzählt, dass man noch viele Spitzen der Ruinen alter Städte aus dem Sande hervorragen sieht, wobei es einen melancholischen Anblick gewährt, über früher bewohnte Ortschaften zu wandeln, welche vom Sande verschlungen sind; und die Verheerung würde noch stärker seyn, wenn nicht die westliche Seite Aegyptens durch einen dem Niele parallel laufenden Bergzug gegen die Invasionen des Sandes geschützt wäre. Auf gleiche Weise wird der Sand des Meeres von Barca am Nil-Delta an bis nach Syrien landeinwärts getrieben, die Palmbäume am Ufer werden stets mehr begraben, und man sieht ihre dürren Reiser, so wie von Cairo bis Syrien die Spitzen der verödeten Wohnungen einzeln aus dem Sande hervorragen 2. Aehnliche Ueberschüttungen durch den Sand findet man in Beludschistan, Afghanistan

^{.1 .8.} Ritten's Erdkunde 1ste Aufl. II. 107.

² S. Dz Lüc in Mercure de France, 1807. Sept. Vorzügl. Rirtza's Erdkunde I. 389.

und andern asiatischen Wüsten ¹. In Europa ist hauptsächich Niederbretegne bei St. Paul de Leon wegen der Erobertungen des Sandes bekannt, indem er daselbst einen District von mehr ab 6 Lieues bis 20 F. hoch so überschüttet hat, daß am maschen Stellen nur noch Schornsteine und Thurmspitzen hervorragen und der Stadt selbst gefährlich zu werden drohet ². Auch a Irland findet man ähnliche Erscheinungen ³, und der Erfahmen nach, soll der Sand zuweilen bis 6 Meilen weit darch des Sturm fortgeführt werden ⁴.

4. Höchst auffallende, von vielen Reisenden und den Lesern ihrer Berichte bewunderte, und fast unglaubliche Erzeugnise auf der Erdoberfläche sind die Corallenfelsen, welche die Mdreporen in erstaunlicher Menge aufführen. Insbesondere ist die Südsee mit ihren zahlreichen Inseln ein Schanplatz der Winsamkeit dieser kleinen Thiere, indem sie theils die Küsten schon bestehender Inseln vergrößern und Hafenmundungen vahauen, theils neue Inseln vom Grunde des Meeres an aufführes und bis über die Oberstäche desselben fortsetzen. zelne Inseln findet man daselbst in Menge, welche zuweilen, wie Schwämme, aus einem dünneren Stiele und einem obes sich ausbreitenden Hute bestehen. Alle Reisenden in jenen Gewässern reden mit Bewunderung von den unglaublichen Waken dieser kleinen Thierchen, und es sey erlaubt, nur einige wenige Zeugnisse derselben beizubringen. Prnons erzählt von dem, was er bei Timor sah: "Das ganze Gestade war von Mdreporen gebildet, alle Felsen, auf denen man trocknen Fulses ging, waren belebt, beseelt, und erschienen unter so vieles sonderbaren und seltsamen Gestalten, mit so mannigfaltigen, se reichen und so reinen Farben, dass die Augen davon geblendet wurden. Diese Thierchen spielen die Hauptrolle bei der Vasperrung des Hafens von Babat, sie erzeugen die riesenhafte Felsmassen, hart wie Marmor, welche die kleinen Inseln diest Bay bilden, und sich durch dieselben Ursachen, aus welche

¹ S. Elphinstone's Cabul. S. 492.

² Hist. de l'Acad. 1722.

³ S. Einleitung in die Geologie und Mineralgeographie von Estland. Von R. Barewel. Uebers. von Müller Freyb. 1819. S. S. 145.

⁴ Mem. de l'Acad. 1719.

^{5&#}x27; Reisen d. Ueb. I. 122.

in muerst entstanden sind, täglich weiter ausbreiten. Mitten in lest Bergen des Innern von Timor, in dem tiefen Scholse der Eheller und Strome, überell findet man die Ueberbleibsel dieser westaumlichen Thiere, ohne daß die Einbildungskraft begreifen kann . durch welche Mittel die Natur diese großen madreporischen Ebenen so hoch über die gegenwärtige Fläche der Meere hat emporheben können 1. Eine genaue Beschreibung der Entstehung der neuesten Madreporeninseln in der Südsee haben die Naturforscher geliefert, welche Korzebun auf seiner Reise im jone Gegenden begleiteten 2. Die Madreporeninseln sind an einigen Stellen sehr zahlreich, an andern aber finden sie sich gaz micht, woraus sich schlielsen lälst, dals sie nur auf erhöhetem Sie führen ihre Gebäude theils in die Meeresgrunde bauen. Höhe auf, theils vermehren sie den Umfang. Die großen Madreporen, welche die großen Blöcke bilden, lieben die Brandung und können die ausgeworfenen Muschelschalen nicht dulden, halten sich daher zunächst an die Brandung, welswegen die Außenseiten der Riffe zuerst empor kommen. Sind diese sohoch, dass die Felsen bei niedriger Ebbe fast trocken werden, so hiren sie auf zu bauen, es vereinigen sich Muschelschalen, Schnecken, Seeigelstacheln und der Sand, welcher durch Zerreibung derselben entstanden ist, zu einem festen Gesteine, welches durch neue Materialien dieser Art zunimmt, bis nur die höchsten Fluthen das Gebilde überdecken. Die Sonnenstrahlenspalten solche Steine und die Wellen thürmen mehrere derselben über einauder, die Brandung wirft Corallenblöcke, oft 6 F. lang und 3 F. dick hinauf, der Sand wird allmälig fest und nimmt die zugeführten vegetabilischen Stoffe auf, es finden sich-Vögel ein, welche zur Bildung einer Decke von Dammerde beitragen, und zuletzt wird die neue Insel ein Wohnsitz der-Menschen.

Solche Inseln stehen zuweilen allein, meistens aber bilden sie einen länglichten Kreis, welcher aus mehreren, ja bis 60 solcher kleinen Inseln besteht 3. Diese, durch größere und

¹ Nach Mac. Colloch sind sie derch, volcanische Kräfte gehoben, welches kaum glaublich ist. S. J. de Ph. XCVI. 102:

² Kotzebue's Reise. III. 187.

³ In der angezeigten Reise Kurzzuuz's sind einige solche Intelgruppen, z. B. Badak, schr geneu gezeichnet.

kleinere Zwischenräume getrennt, bilden eine Art von Krauz, und schließen einen See in sich, meistens nur 30 bis 35 Raden tief, in welchen hineinzukemmen oft geführlich ist. Die dem Winde am meisten ausgesetzten Seiten werden am ersten gehoben; im eingeschlossenen Wasser finden sich eine Menge kleine, die Ruhe liebende Corallenthiere ein, bauen langsam weiter, und füllen zuletzt den innern See ganz sus. Diese imneren Elächen bleiben stets etwas niedriger, und in ihnen sammelt sich das sonst gänzlich fehlende Trinkwasser durch den Regen, wie in Cisternen. Solche Inseln sind oft schon bewohnt, ehe der Kreis vollständig geschlossen ist, zuweilen aber werden sie auch später noch bei sehr starken Stürmen durch das Meer überschwemmt.

Eisfelder und Gletscher schützen zwar den unter ihnen befindlichen Boden gegen manche anderweitige Zerstörungen, allein theils zerreiben sie die härtesten Felsen bei ihrem Herabsinken 1, theils stürzen oft Theile derselben herab, und richten zuweilen nicht ganz unmerkliche Verheerungen an. Wenn man einige Vorstellung von der unermesslichen Eismassen der Gletscher hat, so kann man sich leicht denken, welche Grtliche Verheerungen ein auch nur kleiner Theil derselben durch sein Herabstürzen aus oft unglaublichen Höhen anrichten muß; indels möge wenigstens ein, durch verschiedene damit zusammenhängende Beobachtungen interessanter Fall bier erzählt werden. Die äußerste Spitze des Randa - Gletschers, das Weißshorn genannt, liegt etwa 9000 F. über dem Dorfe Randa an der Visp in der Schweiz. Am 27sten Dec. 1819 Morgens gegen 6 Uhr stürzte die Spitze desselben mit donnerähnlichem Getose auf die unteren Gletscher, wobei man ein Leuchten bemerkt haben wollte 2, und so über das darunter liegende Dorf, welches nicht von den Eismassen selbst getroffen, wohl aber durch den entstandenen Sturmwind zerstört wurde. Gilbert berechnet die Endgeschwindigkeit der fallenden Masse zu 740 F. in 1 Sec., und eine gleiche Geschwindigkeit hätte also theils die unter dem Eise comprimirte Lust, theils die mit demselben von oben herab bewegte und nachströmende erhalten müssen, wenn diese nicht

¹ Vrgl. Eis. Th. III. S. 139.

² Gilbert Ann. LXIV. 216 hilt dieses Leuchten für eine Folge der comprimirten Luft, nicht der Phosphorescens des Rises.

struch mehrfache Bedingungen bedeutend vermindert wäre. Jene Geschwindigkeit: winde aber der mittleren einer Flintenkugel mahe kommen, und man kann daher auch bei bedeutender Verminderung derselben leicht erklären, dals sie die des heftigsten Sturmes leicht übertreiben konnte. Wirklich war der plotzliche Windstols so heftig, dals er Mühlsteine mehrere Lachter weit warf, and bis auf groise Enthernung die stärksten Lerchenbäumie mit der Wurzel ausrils. Eisblöcke von 4 Cub. F. Inhalt, wurzden eine halbe Stunde weit über das Dorf hinausgeschleudert. die Spitze des steinernen Kirchthurms herabgeworfen, Häuser bis auf die Keller abgerissen, der herabgestürzte Schutt bedeekte die unter dem Dorfe liegenden Linder und Wiesen in einer Lange von 2400 B., 1000 F. breit und im Mittel werigstens -150 F. hoch, und die ganze Masse betrug 360 Millionen Cub. F. Ein ähalicher Starz fand schon 1636 statt, wabei 36 Menschen emkamen, kleinere ereigneten sich 1736 und 1786, ja der größte Theil des überhängenden, seiner Stitze beraubten Gletscheis zeigte gleich anfangs Spalten und drohete den Einsturz; ohne dals bis jetzt davon etwas bekannt geworden ist 1.

Island ist weniger behauet and bevolkert als die Schweiz. und daher wirken die Gletscher weniger Schaden bringend für die Menschen, an sich aber sind sie gleich interessant als die Schweizergletscher, und die dortigen Eisberge (Yökuls) erhalten durch ihre Verbindung mit den Vulcanen noch einen besonders auffallenden Charakter. Der größte daselbet ist der Klofa-Wokul, welcher mit mehreren vereinten Bergen eine Fläche von 3000 engl. Quadratmeilen bildet. Das Eis der großen Yokals berstet oft durch die große Hitze der Vulcane, schmelzt und erzeigt verheerende Ueberschwemmungen, wodurch ungeheure Eismassen fortgeschwemmt werden, die sich dann anderswo wiedes lagern. Einer der größeten, der Breidamerk - Yökul rückt in der letzteren Zeit so weit vor, indem er auch in wärmeren Sommern nicht wieder zurückweicht, dass er bald das Meer erreichen, und die Communication zwischen dem südlichen und östlichen Theile der Insel auf dem Wege an der Küste sperren Von 1772 bis 1814 war er 4 engl. Meilen vorgerückt. wird.

¹ G. LXIV. 216. Bibl. univ. XIII. 150. Vergl. GRUNER die Eisberge d. Schweizerlandes beschrieben. Bern 1760. HI Vol. 8. Bourarr Voyage pittoresque aux glaciers de Savoye. II. 14.

Das Vorrücken der Eisbarge auf Island und im Matwegten ist eine Mort sohr allgemeine bekannte Sache, aber anffallend .ist, das man auch ein Zurückweichen ihrer ganzen Massen, und swa beides im periodischen Wechsel bemerkt haben will, so daß ma dort von den beweglichen oder schwankenden Yökuls redst, gind Erklärungen für dieses seltsame Phänomen sucht. da zwe das Vorrücken leicht erklärber ist 4, das Zurückweichen aber kaum yorstellbar seyn würde, wenn man es nicht für ein Abachmelzen der äußersten Ränder halten wollte. Beim Vonitkon soll das Eis Spalten his zu mehreren tamend Fuss Tiefe erhalten, diese aber sich wieder vereinigen, so dels sie nicht mehr sichtbar sind, wenn die Bismeses in ihre wespetingliche Lage wieder zurückkehrt (?). Beim Vorrücken hat des Eis se riele Kraft, dals es Felsen, wie Häuser groß, vor sich heschiebt, und zuweilen sermalmt, wenn bie gegen Berge gedrückt werden. 2. Zuweilen führen die Eisfelder, wenn sie sich erheben und fontrücken, Felsblöcke von mehreren Tonnen an Gewicht eingeschlossen suit sich fort's.

6. Bergstürze, Bergschliffe, das Herabfallen oder Herabgleiten tines Theiles von einem über das Thal hervorsagenden Berge, werden gleichfalls als Mittel zur Veränderung der Enbeberfläche angegeben, wenn sie gleich unter die geringeren gehören. Diese, für einzelne Orte oft sehr nachtheiligen Begebenheiten werden in der Regel dadurch veranlaßt, daß entweder ein Theil der herüberragenden Felsen einen Rifs erhält, welcher nen entstanden oder auch ursprünglich werhanden gewesen und ausgewaschen seyn kann, worin sich Wasser nammelt, in Winter gefriert, und durch die Ausdehnung des Eises die Spalte größer und tiefer macht, his die ohnehin überhängende, newilen auch ihrer Stütze durch Verwittern der nateren Felsen beraubte Masse herabstürzt, oder dadurch, daß eine weichene Unterlage, meistens eine Schicht Lehm oder Letten, durch eindringer des Wasser allmälig weggewaschen wird, bis die darauf lieger

^{1 8.} Th. III. 8, 139.

² DAV. CRANZ Historie von Grönland. m. K. Barby. 1765. 8. Boware Nat. Hist. Kiöb. 1769. IV. 60 ff. Kernezer Hendrasof Mindu. s. w. A. d. Engl. von Franceson. Berl. 1880 m. 21. H T. S. G. LX. \$31. LKIV. 189 s. v. s.

⁸ Edinb. Encyclep. XIII. 426.

den Schichten auf der geneigten und von Natur glatten Fläche herabgleiten. Als Erscheinungen dieser Art werden erwähnt das 1618 erfolgte Hesahfallen einer Felsenwand des Berges Corto auf den Marktslecken Plürs in Graubünden und das Dorf Scilane, das 1714 geschehene Herabstürzen eines Theiles des Berges Diableret, wobei die Ruinen sich über eine franz. Meile verbreiteten und die Trümmer an einigen Orten sich zu 30 Lachtern anhäuften 1, und der von Donati 2 beschriebene Bergsturz zu Sallenches in Savoyen im Johre 1751. In den neuesten Zeiten sind am bekanntesten geworden: 1806 der Sturz eines 1000 F. breiten und 600 F. tiefen Theiles vom Rofsberge, wobei allein 484 Menschen erschlagen und weit mehr beschädigt wurden 3, das Herabgleiten des Dorfes Stron in Böhmen 4, eines Theiles vom Berge Kreuzkofel im Pusterthale, wodurch ein Damm von 160 Wiener Klaftern Breite gebildet wurde 5, u. v. a., welche einzeln in geologischer Hinsicht unbedeutend sind, und nur durch öftere Wiederkehr merkliche Veränderungen anrichten können. Uebrigens soll diese Erscheinung im nördlichen Theile von Island, wo sie Shrida genannt wird, gleichfalls sehr häufig vorkommen 6, und überhaupt sind bergigte Gegenden hauptsächlich die Ufer tief ausgewaschener Flussthäler, ihr am meisten ausgesetzt, wie unter andern Eschen in seiner lehrreit chen Beschreibung der Bergschliffe im Nolls-'Thale bei' Thusis und am Batzokelberge ob Chur nachweiset 7.

7. Der Vollständigkeit wegen mögen die, in geologischer Hinsicht unbedeutenden, obgleich nicht uninteressanten Einein-kungen größerer oder kleinerer Erdstrecken gleichfalls kurz erwähnt werden, welche meistens dann erfolgen, wenn unter der obersten Erdkruste ein Lager von weichem Erdreich allmälig weggewaschen ist. Zuweilen mögen auch blasenartige Decken,

¹ Hist. de l'Acad. 1715.

² De la Metherie Theorie d. Erde. D. Ueb, von Eschenbach. Leipz. 1797. II. 255.

³ TH. DE SAUSSÜRE in J. de Ph. LXIV. 154. M. Cor. XV. 538.

⁴ G. LXIV. 432.

⁵ Frankf. Zeit. 1821. Oct.

⁶ Hennesson Island I. 149.

⁷ v. LEGHHARD Taschenb. für die ges. Mineralogie. Jahrg. XV. 1821. 8. 631.

welche früher durch vulcanische Kräfte gehoben wurden, oder hohl liegende Lava - Schichten auf diese Weise einsinken, für wenigstens der Umstand zeugt, dass solche Einsinkungen Italien so häufig sind. Die einsinkenden Schichten senken ad meistens langsam und mit Beibehaltung ihrer horizontalen La zuweilen zerbrechen sie und die einzelnen Theile senken sie in kurz auf einander folgenden Zeiten, wobei sie dann unorden lich übereinander fallen, oft sind und bleiben die entstandene Vertiefungen trocken, in manohen Fällen bilden sie aber eine See, und manche Erzählungen, von versunkenen Oertern Stellen, wo jetzt Landseen vorhanden sind, mogen solchen Pinomenen ihren Ursprung verdanken 1. Als Beispiele konos angeführt werden das Versinken der Dörfer Mollingham be Kent im Jahre 1585, und Westram 2 i. J. 1595, des Dorfs Pardines 3 in der Auvergne 1733, eines Berges bei Bregenz 1736 des Monte Piano 4 im Neapolitanischen 1760; eines Edelhofs bei Friedrichshall in Norwegen und 1785 eines Waldes Jarmsmidiee in Podolien 5. Als im Jahr 1789 bei Recoaro im Vicestinischen Gebiete an verschiedenen Stellen beträchtliche Spalte und Einsenkungen entstanden, ging ein weithin horbares, donnerähnliches Getöse voran, und es kamen an mehreren Stellen Baume und Steine zum Vorschein, welche deutlich zeigten dals ebendaselbst schon früher eine ähnliche Katastrophe stattgefunden haben musste 6. Unter die merkwürdigsten Erdfälle gehört derjenige, welcher sich 1801 bei Madonna della Vigne Piane unweit Arpino in Neapolitanischen ereignete, und von mehreren Personen beobachtet wurde. Das Einsinken erfolgte thelweise, jedoch sank einmal ein Strich Landes von 200 Morgen, welcher theils mit Waldung theils mit Olivenbeumen besetzt war, in die Tiefe. Der Boden hob sich anfangs 10 bis 15 Klafter, und sank darauf mit donnerähnlichem Getose him Unter andern wurde ein Landhaus des D. Emilio Di VITO mi diese Weise ganz von der Erde verschlungen, denn selbst von

¹ Vergl. G. LXXVI. 69.

² Phil. Trans. abr. VI. 185,

⁵ Phil. Trans. 4783. N. 455. p. 272.

⁴ Kant phys. Geogr. Humb. 1817. II. 92.

⁵ Lichtenb, Meg. III. 99.

⁶ Ebend. VII. I. 125.

Hen höchsten Bäumen sah man nachher nicht einmal die Gipfel; Hie Bewohner der Gegend entsichen indess, weil sie die Bewegung merkten ¹. Aehnliche Erscheinungen in den verschiedensten Gegenden ließen sich noch mehrere anführen. Auch einige Inseln sollen ohne Spuren von Erdbeben oder vulcanischen Wirkungen untergegangen seyn, z.B. 1758 die Insel Pontico bei Negroponte nebst einigen kleinen benachbarten, 1763 die Insel Banda necra, 5 Meil. im Umkreise haltend ², dessgleichen die neuen Goubermana's - Inseln zwischen Patrixsiord und Cap Nord ³, u. a. m.

8. Bei weitem die beiden mächtigsten Kräfte, welche die Oberfläche der Erde verändert haben, sind das vulcanische Fauer und das Wasser. Die vulcanischen Wirkungen haben. mach dem, was oben schon beigebracht ist, ohne Zweifel hauptsächlich in älteren Zeiten die bedeutendsten Veränderungen der Erde verursacht, und dauern noch jetzt, jedoch wohl mit minderem Effecte fort; weil sie aber von der Untersuchung der Vulcane im Allgemeinen nicht füglich getrennt werden können, so verspere ich sie für diesen Artikel, und will hier nur das Wesentlichste von denjenigen Veränderungen beibringen, welche die Erde durch die Wirkungen des Wassers erlitten hat. Hierbei kann nicht die Rede seyn von dem stets dauernden Einflusse' des Regen - und Schneewassers, welche schon unter 2 berührt aind, auch übergehe ich die Verheerungen durch Ueberschwemmungen der Flüsse und Strome, wovon im Artikel Strom die Rede seyn wird, sondern beschränke mich auf die Eroberungen, welche das Meer gemacht und erlitten hat . In dieser Hinsicht, bieten sich eine Menge Erscheinungen der, welche theils aus:

¹ WISMEYER Ephemeriden d. Ital. Lit. für Deutschl. Ht. 2. Daraus in Voigt's Mag. III. 593.

² Benemann phys. Erdb. Ste Aufl. II. 143 u. 152. Lelor's Einleit. übers. von Kästner. 8. 151.

^{8.} Present's Thiorgeschichte der nördlichen Polerländer. II. 60.

⁴ Es existirt über diesen Gegenstand ein sehr vollständiges, gehaltreiches Werk: Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürnichen Veränderungen d. Erdobersläche. Von K. E. A. v. Hoff. I. Theil. Gotha 1822. 8. Dieser erste Th. enthält diejenigen Veränderungen, welche das Meer angerichtet und erlitten hat, und ich folge ihm in den wesentlichsten Puncten ohne einzelne Angaha der daselbst benutzten Quellen.

unverkennbaren Thatsachen mit großer Wahrscheinlichkeit ge schlossen, theils auf geschichtlichem Wege bestimmt nachs wiesen werden können; und da dieser ganza, an sich höch interessante Gegenstand hier hauptsächlich nur aus deu physkalischen Gesichtspuncte aufzufassen ist, die dabei wirkend physischen Kräfte aber sehr einfach sind, so beschränke ich mit bloß auf einige Hauptsachen.

Diejenige Frage, welche hierbei suerst als die wichtigs zur Untersuchung kommt, betrifft die vielfach ventilirte alle meine Abnahme des Meeres oder die Erniedrigung des Meers spiegels im Allgemeinen, weil diese, wenn sie erwiesen we den könnte, mehreren der oben erwähnten, wo nicht allen gelogischen Theorieen zur wesentlichen Unterstützung diese würde. Sie bleibt indels dem Art. Meer vorbehalten. nächst sich hieran schließende zweite Frage betrifft das Entst hen und Untergehen genzer Länder und größerer Inseln, gleich falls in Beziehung auf das Meer. Rucksichtlich jenes ersten Wenn nämbe Theils der Frage ist sie leicht zu beantworten. die schon erwähnten Erzeugnisse der Madreporen und diejengen Eroberungen ausgeschlossen werden, welche das Land des Meere abgewinnt, endlich auch die wenigen, durch vulcmische Kräfte im Meere erhobenen Inseln 1, so lässt sich eine Erhebung größerer Erdtheile aus dem Meere auf keine Weise and nur mit triftigen Wahrscheinlichkeitsgründen unterstützen, 🖦 alles, was man in dieser Hinsicht anzunehmen geneigt war, liert sich in das Gebiet der nicht selten höchst unwahrschein chen Hypothesen 2. Ungleich weniger ist dieses der Fall rich sichtlich des Unterganges von Ländern und Inseln. wohl nämlich, als es Erdfälle giebt, können auch gleiche noch größere Senkungen von Inseln oder Küsten sich ereigie und dadurch beide im Meere untergehen. Außerdem aber es verschiedene Nachrichten von frijher gesehenen und jetzt mehr vorhandenen Inseln; allein wenn man die sicker beginn deten Thatsachen von allmälig weggespulten Inseln und Kitt abrechnet, so lässt sich ein wirkliches Versinken größen Küsten und Inseln überall nicht mit Gewissheit nachweisen. bekanntesten ist die Sage von einem früheren Vorhandenser

^{1 .8.} Vulcane.

² Vergl. oben B. Nr. 10.

einer Insel Atlantie. Ursprünglich will PLATO 1 von der Existenz dieser großen Insel in Aegypten Nachricht erhalten haben, mend nach ihm haben viele ältere sowohl, als auch neuere Schriftsteller das ehemalige Vorhandenseyn derselben aus historischen oder physikalischen Gründen nachzuweisen versucht. Die meisten glauben in den Canarischen Inseln die Reste derselben zu entdecken, v. Horr 2 aber zeigt mit überwiegenden Gründen, dass die ganze Sage in das Gebiet der Fabeln gehört, and auf keine Weise historisch begründet werden kann, indem die Canarischen Inseln nach v. Humboldt und Lrop. v. Buch vielmehr neueren, u. z. vulcanischen Ursprungs zu seyn scheinen. Uebrigens ist wohl nicht zu bezweifeln, dass vulcanische Hebungen sehr füglich von Einsinkungen benachbarter Theile begleitet seyn können 3, und so ließe sich eine ehemalige Existenz einer größeren Insel in der Gegend der, vulcanischen Veränderungen so sehr ausgesetzten, Canarischen Inseln aus physikalischen Gründen nicht wohl widerlegen, wenn die historischen Beweise wichtiger wären. Inzwischen wird PLATO's Nachricht durch keinen historischen Grund unterstützt, außer. was allerdings merkwürdig ist, dass die Urbewohner der Canarien, die Guanchen, die Sitte des Einbalsamirens hatten, was sehr bestimmt auf eine Verbindung mit Aegypten hindeutet. Noch ungleich weniger historischen Grund hat die in der Mitte des 16ten Jahrhunderts verbreitete Nachricht von der Existenz der Insel Friesland, welche südwestlich unter Island liegend durch die Gebruder NICOLO und ANTONIO ZENI von Venedig im Jahre 1390 entdeckt seyn soll, und ist vielmehr ganz in das Gebiet der Dichtungen zu verweisen, wie v. Horr 4 mit überwiegenden Gründen gezeigt hat. Alle übrige Nachrichten von Inseln, welche man früher gesehen haben will, und für untergegangen hält, weil man sie jetzt nicht mehr findet, sind zu unsicher, als dass es sich der Mühe lohnte, die Sache weiter zu prüfen, da die meisten gewiß auf Irrthümern und falschen Ortsbestimmungen beruhen.

Ganz anders verhält es sich mit den Vergrößerungen des

¹ Im Timaeus und Kritias.

² a. a. O. S. 177.

³ Vergl. Vulcane.

⁴ M. a. O. S. 186.

Meeres durch Zerstörung der von ihm bespülten Küsten, wiswegen diese auch stets ihre Form ändern, wenn nicht ihr fests Gestein den Wogen trotzt. Da die zahllosen Beispiele dies Art hier nicht am rechten Orte wären, so erwähne ich um enige der wichtigsten. So soll die Insel Euboea früher mit de Festlande zusammengehangen haben, Sicilien mit Italien, bedes zwar nicht historisch begründet, aber physikalisch set wahrscheinlich. Auf den triftigsten, fast zur Gewissheit farenden Gründen beruhet die Vermuthung von einem früher Zusammenhange des schwarzen, des Asowschen und Caspische Meeres, welche zusammen eine ausgedehnte, auf der eine Seite nach Kleinasien, auf der andern über einen Theil de Moldan und Wallachei bis nach Ungarn hin sich erstreckent Wassersläche bildeten, bis der Bosphorus zuerst weniger, dan mehr geöffnet wurde, und ein großer Theil des Wassers in de mittellandische Meer seinen Abflus fand. Die bei der Stat Krym noch vorhandenen Vorrichtungen zur Besestigung de Schifftaue, die von CLARKE bei Baktschiseray, von STUREN am Haemus gesehenen, zu gleichem Zwecke dienenden Ringe, der bei Gründung der Stadt Ancyra gefundene Anker und mehzere dergleichen Erscheinungen dienen zum unwidersprechliche Beweise, dass der Spiegel des schwarzen Meeres ehemals an 200 F. höher war, als jetzt. Außerdem zeigt der, nicht hoch über die Meeresslache erhabene Boden zwischen dem Casnischen und schwarzen Meere die deutlichsten Spuren, dass er früher vom Wasser bedeckt war, und verschiedene, von späteres Schriftstellern aufgenommene Sagen beziehen sich auf eines Durchbruch des Bosphorus. Ob übrigens diese Katastrophe mit einer Erderschütterung zusammengehangen oder das Waser allmälig durch Auswaschen den neuen Weg gebahnt habe, d somit dieselbe plötzlich oder nach und nach erfolgt sey. ob se die Mythen von der Ogygischen oder Deukalioneischen Flet veranlasst habe und durch dieselben bezeichnet werde; darübe ist auf geschichtlichem Wege nichts auszumitteln, auch dürfte s schwer seyn, aus geognostischen Gründen darzuthun, dass der Durchbruch durch eine vulcanische Erschütterung oder durch die Gewalt des Wassers veranlasst sey. Welche Veränderungen übrigens diese Katastrophe durch das nothwendig damit verbusdene Steigen des Mittelländischen Meeres angerichtet haben mag. lälst sich nicht bestimmen, weil es zu schwierig seyn würde,

die Höhe und den Flächeninhalt der früher vereinten Meere genau auszumitteln. Von Horr¹ nimmt an, die ehemalige Höhe
des schwarzen Meeres könne die jetzige um nicht mehr als 36 F.
tibertroffen haben, weil die Ufer des Bosphorus nicht höher
sind, und berechnet dann das Verhältnis der Oberstächen des
Mittelländischen und des schwarzen Meeres wie 9:1, so dass
das erstere nur 4 F. steigen konnte. Allein es ist nicht ausgemuscht, ob nicht jene Ufer seitdem durch Wegspülen niedriger
geworden sind, und hatten ehemals jene vereinten Meere wirklich die angegebene Ausdehnung, so ist das durch v. Horr angenommene Verhältnis der Flächen sicher zu klein, und dürste
eher dem von 2:1 nahe kommen, Inzwischen verlieren sich
diese Untersuchungen ganz in das Gebiet des Hypothetischen².

Einen Durchbruch der Erdenge bei Gibraltar haben sowohl ältere als neuere Schriftsteller angenommen, und eine Menge geologische Thatsachen sprechen dafür. Dabei hat dann hauptsächlich die Frage Anlass zu vielen Untersuchungen gegeben, ob die Ursache dieser Katastrophe vom Mittelländischen oder vom Atlantischen Meere ausgegangen sey. Tournefort und v. Humboldt nehmen an, sie sey vom Mittellandischen Meere ausgegangen, und stehe mit der Anschwellung dieses letzteren beim Durchbruche des Bosphorus in Verbindung; v. Horr a dagegen zeigt aus überwiegenden Gründen die Wahrscheinlichkeit eines Einbruches von der Seite des At-Hantischen Oceans. Diese Meinung, welche auf die Form der Küsten jener Strasse und den noch jetzt fortdauernden, früher nach unverkennbaren Zeichen noch ungleich stärkeren Angriff jenes Oceans auf die Europäischen Küsten hauptsächlich gestützt ist, erhält ein bedeutendes Uebergewicht, wenn man berücksichtigt, dass der Durchbruch des Bosphorus und die dadurch bewirkte Erhöhung des Mittelländischen Meeres, wie furchtbar'sie auch immer durch Ersäufung mancher fruchtbaren Küstenländer und Inseln seyn mochte, gegen die damalige Landenge bei Gibraltar gar keinen bedeutenden, vielweniger einen solchen Stols ausüben konnte, daß der Durchbruch derselben dadurch veranlasst wäre. Wir wollen annehmen, der Spiegel

¹ a. a. O. 8, 182,

^{2 8.} über das Gause v. Hoff a. a. O. I. 105 ff.

³ a, a. O. 152.

des Mittelländischen Meeres sey 200 F. niedriger gewesen a jetzt, und eben so viel habe auch die Fallhöhe des Wassers == der Propontis betragen, so lässt sich leicht zeigen, das hiernach die Geschwindigkeit des Wassers in der großen Entfernung bei Gibraltar kaum noch 1 F. in einer Secunde betragen konnte. Je tiefer man aber den damaligen Spiegel jenes Meeres, und semit je höher die Fallhöhe des durch den Bosphorus eindrisgenden Wassers annimmt, um so dicker und stärker war die zu durchbrechende Erd - und Steinmasse bei Gibraltar, da ma doch unmöglich lothrechte Wände derselben als früher dort vorhanden annehmen kann. Hierzu kommt noch der Umstan, dass noch jetzt das Mittelländische Meer eine größere Menge Wasser durch Verdunstung verliert, als ihm durch die Flass wieder zugesührt wird, ohngeschtet es einen sehr starken Zefluss aus dem schwarzen Meere erhält. Hierauf beruhet sein größere Salzigkeit und der aus dem ungleichen specifischen Gwichte seines Wasser, verglichen mit dem des Atlantischen Meres, wohl nothwendig folgende Unterstrom in der Meeresge Vor der Aufnahme des Wassers aus des von Gibraltar 1. schwarzen Meere mulste aber sein Spiegel noch ungleich niedrger seyn, und es konnte daher den Durchbruch der Landenge zwischen Calpe und Abyla um so weniger bewirken. dieser aber durch die Gewalt der Wellen des Atlantischen Meres früher als jener des schwarzen Meeres, so kann man leicht ermessen, welche furchtbare Ueberschwemmungen der schoesten Thalgründe und Inseln der so unglaublich erhöhete Waserstand dieses jetzt so ausgedehnten Meeres anrichten muse, und viele Nachrichten von verheerenden Fluthen mögen hiervol ihren Ursprung erhalten haben.

Auch die Strasse von Bab el Mandeb, welche den ambischen Meerbusen mit dem großen Indischen Oceane verbindt, soll in den ältesten Zeiten nicht existirt, sondern durch eine Durchbruch des Meeres ihren Ursprung erhalten haben. Eight swar Sagen über eine solche Katastrophe, allein sie sind a dunkel, und gegenwärtig läst sich bei der verhältnissmäßig größeren Unbekanntschaft mit der geognostischen Beschaffenhei jener Gegenden nicht füglich mit dem erforderlichen Grade von Wahrscheinlichkeit ausmitteln, ob ein solches bloß mögliches

¹ Edinb. Phil. Journ. VIII. 243.

Massers herbeigeführt sey 1.

Sehr große Veränderungen hat das Meer an der Nordküste won Europa angerichtet, und vorzüglich haben die starken Strömungen des Atlantischen Oceans und der Nordsee dem Con-# inente bedentende Strecken entrissen, wovon aber hier nur einige Mauptsechen kurz engedeutet werden können. Dahin gehört die charch mehrere hatastruphen bewirkte Verminderung der Insel Melgoland, welche awer in der historischen Zeit nieht mit dem Eesten Lande zusammengehangen hat, wohl aber aus einer grofeeren, mehrere Ortschaften enthaltenden Insel in einen Felsen won nicht mehr als dem fünften Theile des früheren Flächeninhalts verwandelt ist, wobei noch außerdem der geringe Uebermest gegenwärtig wegei Inieln bildet. Achnliche Verheerungen haben die Inseln an der Westküste von Holstein und Schleswig erlitten, deren mehrere, namentlich Nordstrand, früher mit dem Continente und unter einander zusammenhingen, und bis auf den heutigen Tag durch ungewöhnlich stürmische Fluthen immer mehr verlieren. Namentlich wurde am 11ten Oct. 1634 die demals noch große Insel Nordstrand durch die Meeressluthen ganz überschwemmt, und in die drei Inseln Nordstrand, Pelworm and Liftje - Moor zerrissen, wobel 6408 Menschen und 50000 Stück Vieh umliemen 2. Zuletzt witheten die Fluthen glassibst im: Anfange des Jahres 1825. Die Wellen der Ostsee übeh zwar eine geringere zerstörende Kraft gegen die Küsten von:Holstein, Schleswig, Meklenburg und Pommern nebst deu in ihrer Nähe hegenden Inseln aus, allein dennoch weiset sowohl die sittere els auch die neuere und neueste Geschichte viele Beispiele bedeutsiider Eroberungen nach, welche das Meer auch in jenen Gegenden gemacht hat. Ueber die Keisten, welche das tetliche Ende des Baltischen Meeres einschließen, sind minder wollständige Nachrichten worhanden, indels ist nicht zu bezweifeln; dals sie gleichfalls die Schicksale aller nicht felsigen Küstenländer erlitten, und durch den Angriff der Meereswellen mehr oder minder bedeutende Strecken eingebülst haben.

Physikalische Gründe machen es sehr wahrscheinlich, dass Großbritannien ehemals mit Frankreich durch eine Landenge

¹ S. v. Hoff. a. a. O. II. S. 162.

² Ebend. 8. 58.

da zusammenhing, wo jetzt der Canal am schmalsten ist. Ka Hauptbeweis hierfür liegt in der neuerdings insbesondere gefundenen außerordentlichen Achnlichkeit der über einzele gelagerten Felsarten auf den einander gegenüber liegenden Küste beider Länder, ja man kann noch jetzt in den Hervorragunge beider Ufer und dem hohen, unebenen und zerrissenen Meeregrunde den ehemaligen Felsrücken verfolgen, welcher bei Länder mit einander verbunden haben muls, und in der Ridtung von Dover nach Cap Blancnés fortgelaufen ist. ser Erhöhung des Meeresgrundes an nimmt die Tiefe des Meres nach beiden Seiten hin bedeutend zu., so wie gleichmitig die höheren und steileren Küsten der Ufer sich verflachen! Diese sehr sprechenden geognostischen Zeugnisse liefern ehm Zweifel ungleich wichtigere Beweise als desjenige, welches me aus der Anwesenheit von Wölfen und andern wilden Thieu in Großbritannien hergenommen hat, insdfern diese nur ibs eine Landenge dahin gelangen konnten; denn die Verbreitus der Thiere über den Erdboden bleibt auf allen Fall eine sehr usichere Thatsache für geologische Hypothesen, und was ferner aus einer großen Aehnlichkeit der frühesten Bewohne Galliens und Britanniens zu folgern geancht hat, scheint duck-Von welcher Seite das Meer den höcht aus unbedeutend. wahrscheinlichen Durchbruch bewirkt habe, diese Frage ist mgleich weniger untersucht, als bei der Meerenge von Gibralis; inzwischen bin ich geneigt, die Hauptwirkung als vom Atletischen Oceane aus geschehen anzunehmen, ohgleich die Indenge von beiden Seiten her allmälig weggespült seyn bes Die stärksten Stürme kommen nämlich aus West-Süd-West solche konnten daher den bewegten Wellen die großte Gent gegen die sperrende Landenge ertheilen, und wenn noch in in neuesten Zeit die Wogen der tobenden See hei Eddystone Eingange des jetze offenen Canals 100 Fuß über den dorige Leuchtthurm, also bis zu 180 F. abstatter Höhe geschlende wurden 2, so ist es keineswegs undenkbar, dass sie bei 10

¹ Eine interessante Abhandlung über die Tiefe der Nordset sie einer eben so schönen als instructiven Charte von R. Strevenson inder man in Edinb. Phil. Journ. Nr. V. S. 42.

² SMEATOR in seiner Beschreibung des Fanals von Eddystoss, ein Prachtwerk mit Kupfern. Lond. 1791. Fol.

schlossenem Canale noch höher stiegen, und den widerstehenden Damm allmälig zerstörten 1. Einige Gelehrte setzen diese Katastrophe mit der Sage von der Cimbrischen Fluth in Verbandung, durch welche die Cimbrer aus ihren Wohnsitzen getrieben soyn sollen, allein die Unhaltbarkeit dieser Hypothese hat v. Horr genügend nachgewiesen. Will man annehmen. dass jener Sage ein historisches Factum zum Grunde liege, so traf die Cimbrische Kluth viel wahrscheinlicher die damals ungleich ausgedehnteren westlichen Küsten von Schleswig und Holstein, Nimmt man aber als ausgemacht an, dals eine früher existirende Lendonge zwischen Frankreich und Britannien zerstört sey, so mulsten von dem Augenblicke dieses Ereignisses an, die flachen Küsten der Nordsee dem Angriffe der Wellen noch ungleich mehr susgesetzt seyn, als vorher, und es folgt hieraus von selbst, dals gewaltsame Zeratörungen noch häufiger erfolgten, als in den späteren geschichtlichen Zeiten, obgleich sie auch bis auf den heutigen Tag sehr häufig und von großer Bedeutung sind 2.

Die Nordküste von Europe und Asien, eben wie die ausgedehnten östlichen Kiisten des letzteren Welttheils sind uns zu wenig geschichtlich bekannt, als dass sich bestimmte Nachrichten von Eroberungen des Meeres an ihnen vorfinden sollten, und eben so wenig giebt es bestimmte geognostische Thatsachen, auf welche sich wahrscheinliche Hypothesen bauen ließen. Man kann daher nur im Allgemeinen schließen, dass auch sie der überalt stattfindenden Zeretörung durch die Gewalt der Meereswogen night ganz entgangen sind. Als Einzelnheiten lassen sich daher nur ansühren der Untergang der Jepenischen Insel Maatsubo, einst wegen ihres Porcellans berühmt, so wie die Hälfte der kleinen Insel Rat - Island bei Sumatra, anch soll die letztere groise Insel chemals mit dem Festlande zusammengehangen haben, worüber indes nur sehr dunkle Sigen existiren. Dagegen zeigen sich die zerstörenden Wirkungen der Wellen durch den allmäligen Untergang der sieben Pagoden oder der Ruinen . van Mahabalibur auf der Küste Coromandel, wo das Meer stets

¹ Der nämlichen Meinung ist Desmanest in Diss. sur l'ancienne jonction de l'Angleterre à là France. à Amiens. 1755. 8. der entgegengesetzten v. Horr a. a. O. 3. 312.

² Ausführlich über die Veränderungen jener Küsten handelt v. Horr a. a. O. S. 315 bis 365.

weiter um sich greift; indem diese Stadt ehemals über 16 Meilen von der Küste entfernt lag, jetzt aber nur Rudera, zum Theil unter dem Wasser, zeigt. Die Sage übrigens, dass Ceylon ehemals viel größer gewesen sey, wohl gar mit dem Con-, tinente zusammengehangen oder sich viel weiter nach Stiden erstreckt habe, ist weder aus historischen noch aus geologischen Gründen erweislich, vielmehr scheint sie, so wie die benach barten Inseln, dasjenige an einer Seite durch Corallenbildung wieder at gewinnen, was sie an einer andern durch die Wellen verhiert. Die Kusten Africa's waren stets zu wenig bekannt, als daß sich bedeutende Veränderungen derselben nachweisen liefsen. America ist ein zu neu entdeckter Weltheil, und es läßt sich bloß ens geologischen Gründen wahrscheinlich machen, dass die Anfillen früher größer gewesen sind oder wohl ger einen Theil des Continents ausgemacht haben, wie sich dann auch verschiedent Gründe für einen ehemaligen Zusammenhang Asiens und Ainerica's in der Gegend fler Behringsstraße Beibringen lassen.

- 1 So wie das Meer die Küsten der Länder und Inseln stets sernagt und somit die Masse des Landes vertingert, so dient et auf der andern Seite wieder zu Vergrößerung der Erdoberfläche durch die Bildung von Sandbanken, Dünen, Poldern u. dergt. also durch Erweiterung der Küsten. Die hierher gehörigen Brscheinungen sind verschiedenarig, kommen aber im Allgemeinen auf Folgendes surück. Manche von den Wellen stets bespulte flache Ufer des Meeres enthalten eine große Menge Seethiere, nach deren Absterben ihre Schalen zertrümmert, mit dem Moeressande durch den thierischen Schleim zusammengebacken werden, und unter dem Binflusse der Sonnenwärme eine Steinmasse liefern, welche in kurzer Zeit erhärtet und im Verlaufe weniger Jahre schon zu Mühlsteinen benutzt wird. Dieses ist namentlich der Fall an einigen Küsten Siciliens, z. B. bei Messina, wo sich die weggebrochenen Felsen nach einigen Ichren wieder erneuem 1. Diese Bildung kommt der oben erwähnten durch Zoophyten sehr nahe. An andern Küsten häufen die Meereswellen den Sand aus der Tiefe auf. Landwinde überschütten diesen durch ganz unfruchtbaren Sand, und weil die Sonnenhitze der Vegetation nachtheilig ist, so erheben sich weit ins Meer fortgehende unfruchtbare Sandbanke, welche nur selten

¹ SPALLANZANI'S Reis. V. 17.

Jurch die Meereswellen übersluthet werden. Solche Sandbanke rrifft man häufig, am meisten und von größter Ausdehnung an der Nordwesthüste von Africa. Der weite Küstendistrict von Mogadore bis Cap Blanco, gegen 150 Meilen lang, ist von einer Menge solcher Dünen umgeben, wo das Meer den Sand aufhauft, und dieser durch den von der Wüstendurch die Winde fortgetriebenen vermehrt wird, wobei die Luft stets mit feinen Sandtheilchen erfüllt ist, so dass die nebelartige Dicke derselben diese ohnehin für die Schiffer gefährliche Stelle noch gefährlicher macht. An vielen Stellen gehen die Araber eine helbe Stunde weit nach gestrandeten Gütern in die See, ohne dass ih+ men das Wasser höher als bis an die Hülten reicht. Die Kuste soll jährlich 10 his 12 Fuß vorrücken 1. Eine der gewöhnlicht sten Erweiterungen des Landes ist die Dünenbildung, wobei die Wirkungen der Flüsse mit denen des Meeres zusammenfal-1on. Die Flüsse führen nämlich eine Menge Schlamm, Sand und wenn sie reißend sind, selbst Grus und Kies mit sich, wodurch ihre Betten so oft versanden und mit Sandbanken erfüllt werden, noch mehr aber die Gegenden ihren Mundungen, went die Bewegung ihrer Gewässer durch den Widerstand des Meeres aufgehoben wird. So entstehen oft Inseln am Ausflusse der Riesenströme Asiens und America's ans dem Schlamme und der znemeislichen Menge von Treibholz, welches diese mit sich führen 2, am genauesten aber ist diese Erscheinung an den Kie sten der Nordsee beobachtet. Ist der Sand und Schlamm, des Meeres, vermischt mit dem durch die Flüsse zugeführten, erst bis zu einer gewissen Höhe angewachsen, so schlagen die Welden täglich darüber, und lassen jederzeit etwas Schlamm zurück, wodurch die Sandbank (Watt in Ostfriesland genannt) nach Umständen sich mehr oder weniger schnell erhebt. Allmälig wachsen eist niedrigere und blätterlose, später höhere Pflanzen darauf, diese halten den Schlamm noch stärker zurück, die Höhe nimmt so zu. daß nur noch die höchsten Fluthen hinüberschlagen, worauf dann die Oberfläche grün zu werden anfängt. So dienen sie zu Viehweiden, werden mit Deichen umgeben und bawohnt, wenn ihre Größe hierzu ansehnlich genug ist 3.

¹ RITTER Erdkunde. I. 891.

² Vergl. Strom, Stromschwellen.

³ Fa. Arenos Ostfriesland u. Jever in geograph. statistischer u. besonders landwirthschaftlicher Hinsicht, Emden 1818. [1 Vol. 8.

Vorzugsweise auffallend rückt die Ostküste des arabischen Meerbusens stets weiter vor. Von seinen Ufern bis an den Fals eines mit demselben fast parallel laufenden Gebirgszuges bestelt die Gegend aus einer Wüste, deren Sand durch den Wind und zahllose Bäche in der Regenzeit fortgeführt wird, und die Kästen stets weiter ausdehnt, wozu am unteren Theile noch da. von der entgegengesetzten Küste durch die Meereswellen abgerissene und hierher übergeführte Erdreich kommt, und außerdem gibt der Corallenbau dem neugebildeten Lande vielleicht eine schnellere Festigkeit. Die Einwohner sind ihres Unterhaltes wegen gezwungen der Küste nachzurücken, sie verlassen daher ihre alten Wohnsitze und bauen sich auf den vorgerückten Ufern wieder an, welswegen ganz Tehama mit Trümmera ehemaliger Wohnorte bedeckt ist. Unter andern war Musa in ersten Jahrhundert nach Ch. G. ein sehr besnohter Hafen, liegt aber jetzt über 6 Meilen von der Küste, und Mokka, welches nicht viel über 400 Jahre alt ist, entfernt sich gleichfalls schon vom Meere; die Halbinsel Ghézan war vermuthlich früher eine Insel. Hali lag zu Edrisi's Zeiten am Ufer, jetzt aber drei Meilen landeinwärts, und auf ähnliche Weise sind noch mehren Orte untergegangen, worunter auch das zu Salomo's Zeiten so berühmte Ophir gehören mag. Ueberhaupt sind die, an den verschiedensten Küsten vorkommenden, Versandungen der Häfen, wodurch sie allmälig aufhören brauchbar zu seyn, eine große Beschwerde der an ihnen liegenden Handelsstädte, und viele derselben können nur mit großem Aufwande zuweilen hiergegen geschützt oder wieder gereinigt werden.

9. Flüsse und Ströme endlich verändern die Oberfläche der Erde bedeutend. Unter ihre zerstörenden Wirkungen gehört namentlich das Auswaschen und Vertiesen der Thäler, deren einige dieser Ursache ihre Entstehung verdanken, z. B. des obere Elbe-Thal, die romantische sächsische Schweiz, der Plauen'sche Grund u. a., wenn gleich die größten, die sogenanten Hauptthäler als ursprüngliche, bei der Bildung der Erdrinde und namentlich der Berge entstandene Spaltungen und Vertiefungen anzusehen sind 1. Als Beispiele aus der neuesten Zeit

¹ Nach einigen Gelehrten, s. B. Spizza in Mém. de l'Acad. de Berlin. 1762, Lamanos in J. de Ph. XVIII. 474 sind alle Thäler durch Auswaschung gebildet, welches jedoch nicht wahrscheinlich ist.

Ennen folgende dienen. In Wärmeland fiel 1740 ein heftiger legen, so dass ein angeschwollener Waldstrom einen Theil des lerges Lidscheere mit sich fortris, und die Gegend umher mit teinen, Sand und Schutt überdeckte ¹. Bei St. Jean de Mautenne stürzte 1752 ein angeschwollener Bach vom Mont Cenis ine unermessliche Menge von Steinen und Erde über ein Dorf, o dass es bis auf die Spitzen der Dächer verschüttet wurde ². Eben in jener Gegend stürzte ein Waldbach sein Gewässer in len Arco, welcher austrat, und ein ganzes Dorf in dem entstantenen See begrub. Letzterer füllte sich allmälig wieder aus, und es entstand an dieser Stelle ein fruchtbares Thal. Bouturn ³ erzählt, dass er durch die von den Cordilleren herabstürzenden Wässer dann, wenn sie sich in den fast horizontalen Ebenen bewegten, Steine, von 10 bis 12 F. Durchmesser auf 14 bis 15 Toisen fortgewälzt gesehen habe.

Hierhin gehört auch, das offenbar viele Flüsse, z. B. die Elbe, der Rhein, die Donau, da, wo sie durch die sogenannten eisernen Thore aus dem Bannat in die Ebenen der Wallachei fließt, die Weser bei der Porta Westphalica, der Potowmak u. a. früher vorhandene Teiche durchbrochen, und weite Thäler dadurch trocken gemacht haben, wie denn auch jetzt noch vorhandene Binnenseen unsehlbar endlich durch den zugeführten Schutt ausgefüllt werden n.üssen 4. Eben so aussallend ist das allmälige Aushöhlen der Fluß – und Strombetten, welches aus dem Parallelismus der oberen User mit den tieseren und beider User mit einander sichtbar hervorgeht. Pini 6 führt als Beispiel den Ticino an, welcher durch einen engen Paß strömt, dessen obere hohe Felsenwände, aus dem nämlichen Gesteine bestehend, in der Richtung des Strombettes genau durchschnit-

¹ Schwed. Abh. 1747.

² DE Luc Lettres cet. XXXI. sagt: J'y ai passé moi-même (durch die Kenster des Kirchthurms) comme par une porte. — Le temps reparera surement ce deasstre, et dans quelques siècles un nouveau village viendra sans doute se fondre sur celui, qui a été ensevelle.

⁸ Figure de la Terre. p. LXIX.

^{&#}x27;4 Vergl. Ströme.

⁵ Opuscoli sulle Scienze e sulle arte IV. 293.

ten sind, und Soulavie iden Tarn, welcher zwei Lienes über Albi durch ein Lager von quarzreichem Glimmerschiefer sich eine Oeffnung gebahnt hat, mehr als 200 Met. lang, 18 Met. bis an das Niveau tief und 6 bis 7 Met. breit, so daß es einem ausgehauenen Wege gleicht. Noch sprechendere Beispiele sind die sogenannten Quebrada's in America, wo hohe Berge de zwei und mehrere Meilen von einander stehen, übrigens aber and durchschnitten sind, daß die Windungen und Krümmungen dieser Oeffnungen dem in unermeßlicher Tiefe strömenden Flußbette völlig parallel laufen. Namentlich fließt der Chapplancs eine halbe Meile in einer solchen Schlucht, deren Hervorzagungen genau in die gegenüber stehenden Vertiefungen passen 2.

Endlich zeugen hierfür auch die interessanten Erscheinmgen der natürlichen Brücken, wie unter andern die Rhone wterhalb Genf eine solche darbietet (la perte du ungleich auffallender und schöner aber ist diejenige, welche is den Cevennen über die Ardèche geht, und auf der Cassini'sches Charte unter dem Namen Pont d'Arc angegeben ist 3. größten natürlichen Felsenbrücken findet man in America, 12mentlich die in der hiernach benannten Grafschaft Rockbridge, welche über den kleinen Cedernflus geht. Nach Gilmen's Messung besteht sie aus einem Bogen, dessen untere Fläche 100, die obere 200 engl. F. über den Spiegel des Flusses erhaben ist, und dessen Dicke an der dünnsten Stelle 35 F. beträgt, wobei sie jedoch wegen ihrer Höhe sehr elegant und zierlich gewöllt Sie besteht, wie der ganze Berg, aus bläulichen Kalkstein, und bildet den Grat der Bergkette, welcher stehen geblieben ist, während das durch Wasser leicht zerstörbare Gestein unter ihm allmälig weggewaschen wurde 4. Auch in der Grafschaft Scott, welche noch kürzlich zu Virginien gehörte, geht eine natürliche Brücke über den Stock, deren Höhe 300 f. und die Dicke noch mehr betragen soll 5.

¹ Hist. nat. de Vivarais. I.

² Ulloa phys. u. hist. Nachrichten von Südamerica. S. 23.

S Bibl. univ. XXIII. 111.

⁴ Traus. of the Soc. of Philad. New. Ser. I. Bibl. univ. XII. 1281. G. LXIV. 436.

⁵ S. Ebend.

-- Sehr große Verlieerungen richten feiner mehrere Strome, namentlich der Genges, durch die hohen Anschwellungen and welche jährlich bei ihnen zur bestimmten Zeit wiederkehren, wobei sie zuweilen im Genzen oder in einzelnen Armen ihren Lauf ändern, und an einer Seite eben so große Massen abreifaen, als sie an andern wieder ansetzen 1. Als Beispiel mogei hier. nur die Wirkung des Flusses Ochota angeführt werden. welcher bei seinen jährlichen Anschwellungen den größten Theil der an seiner Mündung liegenden Stadt Ochoze überschwemmt. dabei Häuser nebst dem Boden, worauf sie stehen, fortreifst. so dals auf diese Weise binnen einigen Jahren drei Strafsen gänzlich zerstört sind, während das fortgerissene Erdreich ach einer gegenüber liegenden Sandbank wieder angesetzt wird 2, An sich unbedeutend, obgleich empfindlich nachtheilig für die überschütteten Strecken, sind die Versandungen, welche durch stark angeschwollene Ströme oft veruraacht werden, geologisch wichtig aber sind die ausgedehnten Bildungen bedeutender Strekken Landes, welche dem durch die Flüsse herbeigeführten Sander und Schlamme, meistens in Verbindung mit den eben erwähnten Wirkungen des Moeres ihren Ursprung verdanken. Dass sich die außerordentliche Menge Sand, Kies und Schlamm, welche durch die großen Ströme stets fortgeschwemmt wird, an den Mündungen derselben bei nicht tiefem Meeresgrunde absetzen und eine stets wachsende Erhöhung hervorbringen müsse, liegt: in der Natur der Sache; und es darf dieses ganze Phänomen nur durch einige der vorzüglichsten Beispiele erläutert werden. Am bekanntesten in dieser Hinsicht ist die Bildung einer beträchtlichen Landstrecke am Ausslusse des Nils, welche wegen ihrer Aehnlichkeit mit einem griechischen A den Namen Delta erhielt. und diese Thatsache ist so viel interessanter, weil hierbei die Entstehung solcher Alluvionen seit urelten Zeiten beobachtet ist. denn schon Heropor kannte das Phänomen, und beschreibt es genau. Die hierbei beobachtete Gestalt des neu gebildeten Landes ist keineswegs zufällig, sondern in den Bedingungen des Breignisses selbst gegründet. Ursprünglich entsteht nämlich durch den Sand und Schlamm des Stromes eine Erhöhung unter

¹ Vrgl. Strom; Stromschwellen.

² Sarytschew's Reisen im nordöstl. Theile von Sibirien I. 39. Daraus v. Hoff a. a. O. I. 77.

seiner Mündung, welche zunehmend wächst, bis sie die Sutmang des Wassers selbst hindert, daher landeinwärts wieder abgenagt, an der entgagengesetzten Seite aber erhöhet wird, so daß sie den Fluß spaltet, und ihm zwei Betten statt eines einzigen giebt. Jede hierdurch entstandene Mündung bringt nach längerer Zeit die nämliche Wirkung hervor, und hierin liegt der Grund, daß die Strommündungen sich an solchen Stellen vervielfältigen, die Meeresküsten aber nach Außen hervorragen Nach A. v. Humbold findet man diese Ausbiegungen der Ufer überall, wo sie durch die Flüsse als Neuland gebildet sind dagegen Einbiegungen nach Innen da, wo die Flüsse wegen der Seichtigkeit sich in mehrere Arme gespaltet haben, und mit diesen gleichfalls ein Delta einschließen, dessen Ufer durch der Angriff der Wellen auch abgenagt seyn können.

Aehnliche Bildungen von Land durch die gemeinschaftliche Wirkung der Flüsse und des Meeres finden sich in Menge Unter die vorzüglichern gehört die Vergrößerung der Küste und der Lagunen von Venedig, wovon erstere nach geologischen und historischen Beweisen um mehrere Meilen gewachsen is, letztere aber noch täglich mehr versanden. Noch größere Allavionen hat der Po erzeugt, dessen Mündungen aufserdem : uralten Zeiten viele Veränderungen erlitten haben. Die Rhoss vergrößert die schon in den ältesten Zeiten durch sie erzengtes Bildungen neuen Landes noch fortwährend 2, wenn sich gleich nicht nachweisen lässt, dass Aiguesmortes zu den Zeiten Luswie's des Heiligen am Meere gelegen habe, weil die berichtet Rinschiffung desselben im J. 1269 nach Palästina auch an eines Arme der Rhone geschehen konnte 3. Selbst die berühmts Strecke bei Arles, campus lapideus von den Alten genannt welche in einer Ausdehnung von 20 Quadrat-Lieues aus lane faustgroßen Geschieben besteht, wird nicht ohne triftigen Grad für ein Erzeugniss der Durance gehalten, indem dieser reilsende Strom diese Geschiebe leicht auf seinem kurzen Laufe aus de Alpen mitbringen konnte, bis sie sein Bette verstopsten, ihn einen andern Lauf zu nehmen zwangen. Ein eigentliche

¹ Relat. Hist. II. 650.

² D'AUBUISSON Geognos. I. 151.

⁸ v. Hoff a. a. O. I. 290.

Vorrücken der Meeresküste findet man auch in Niederlanguedoc. wo die Ingenieure durch amtliche Untersuchungen gefunden haben, dass die Ufer zuerst Dünen erhalten, diese sich in Moräste verwandeln, und hieraus allmälig cultivirtes Erdreich entsteht. Eine Redoute i. J. 1609 am Ausslusse des Herault auf-, geworfen, war 1783 bis 200 Met. vom Ufer entfernt, welches jährlich 1,9 Met. giebt, und eine i. J. 1746 in 30 Met. Entfernung von der Küste aufgeworfene Batterie fand sich 37 Jahre nachher in 118 Met. Entfernung, welches jährlich 2,1 Met. giebt 1. Nach MARSILLI soll das Meerwasser dort eine eigene bindende Kraft besitzen, um das gebildete Erdreich steinartig zu Die bedeutendsten Europäischen Alluvionen sind erhärten 2. diejenigen, denen höchst wahrscheinlich die Niederlande und eimige flache Küstendistricte Großbritanniens ihre Entstehung ver-Es ist nämlich oben schon nachgewiesen, dals wohl ohne Zweifel Frankreich mit England ehemals durch eine schmale Landenge zusammenhing. Wird dieses angenommen, so bildete die Nordsee zu jener Zeit einen großen Busen, in welchen die nördlichen Meeresströmungen zusammenflossen, den Sand der Flüsse zurückhielten, und auf diese Weise die Bildung der Niederlande nebst der Erweiterung der Küsten von Nordfolk, Suffolk, Essex, Kent u. s. w. veranlassten. Mit Recht vermuthet daher v. Horr 3, dass die starken Meeresströmungen von Nord und Süd dem Wasser in diesem großen Busen einen höheren Stand gaben, als nach der Eröffnung des Canals, und dass daher ein großer Theil der Niederlande, früher mit Wasser bedeckt, nachher trocken wurde. Inzwischen ist eine solche allgemeine Bedeckung mit Wasser in Beziehung auf die gesammten Niederlande, welche nach überwiegenden Gründen durch Alluvion entstanden sind, nicht wohl anzunehmen, da an so. vielen Orten ähnliche Bildungen sich bis über die Oberfläche des Meeres zu erheben pflegen, namentlich das Nildelta, die Küsten bei Ravenna und andere oben erwähnte; nicht zu bezweifeln dagegen ist, dass nach dem Durchbruche des Canals die freieren Fluthen große Stücke des schon gebildeten Landes wieder zer-

¹ D'Aubuisson a. a. O.

² Hist. phys. de la Mer. p. 15.

⁸ a. a. O. 1. 311 ff. wo weitläuftig über diesen Gegenstand gehandelt wird.

IV. Bd.

störten, und zum Theil an andern Orten abermals ansetzten, welche Veränderungen noch jetzt in großer Zahl vorkommen 4.

Fallen die Flüsse in Binnenseen, so müssen sie den Boden derselben allmälig erhöhen, und sie endlich in einer hinlänglich langen Reihe von Jahren ausfüllen. So lässt sich nicht wohl bezweiseln, dass der Rhein den Bodensee, der Don und Kubm das Asow'sche Meer, die vielen Ströme das Caspische Mee u. s. w. endlich ausfüllen werden, obgleich die hierzu erforderliche Zahl von Jahren kaum zu berechnen ist. Die Rhone hat bereits vor der Stadt Genf durch ihre Geschiebe eine beträchtliche Strecke gebildet, die Donan an ihrer Mündung desseleichen, am bekanntesten in dieser Beziehung ist aber der Hoangho oder gelbe Flus, welcher seinen gelben, thonigen Schlamm bis weit ins Meer hinein in Menge absetzt, die Meeresufer von Peking aus weit vorgerückt hat, noch stets zur Delta - Bildung in jenen Gegenden viel beiträgt und nebst dem Jantsekiang oder blauen Flusse das ohnehin schon seichte und durch eine Inselkette vom Ocean abgeschnittene Hoanghai oder gelbe Meer endlich ausfüllen wird. Der Jantsekiang hat in den letzten 500 Jahren vor seiner Mündung eine 20 Meilen lange und fast 6 Meilen breite Insel hervorgebracht. Am ausgedehntesten ist die Deltabildung beim Ganges und Burremputer, welche beide Riesenströme von den höchsten Bergen der Erde kommen, ihre Gewässer in den größten Meerbusen ausschütten, und indem die Meeressluthen ihnen entgegen kommen, so wirken beide Ursachen vereint mit solcher Gewalt zur Inselbildung, dass oft durch eine einzige Ueberschwemmung eine oder mehrere Inseln entstehen, welche selbst über eine Meile im Umfange sehr bald mit Gras, Weiden und Gebüsch bedeckt und zum Aufenthaltsorte von Bäffeln und andern wilden Thieren werden. Solche Inseln gehen zwar in späteren Fluthen zuweilen wieder unter, meistens werden sie aber nachher mit dem Continente allmälig verbunden, so dass die Küsten der Halbinsel stets vorschreiten.

¹ Die zahlreschen einzelnen Beispiele bilden einen interessanten Theil der Geschichte der Veränderungen, welche die Oberstäche asserer Brde in der historischen Zeit erstten hat, mitunter grauenvolle Zerstörungen. Man findet dieses vollständig in der mehr erwähnten Geschichte der Veränderungen d. Erdobersläche von K. E. A. v. Hoff Gotha 1822. S. 322 ff.

² Asiatic Researches. VIII. 291. Daraus in J. d. Ph. LXV. 117.

meint sogar, die ganze vorderindische Halbinsel sey früher eine Insel, wie Ceylon, gewesen, und allmälig mit dem Festlande verbunden, welches aber nicht erweislich ist. Eine Deltabildung an der Mündung des Indus ist weniger erwiesen, unverkennbar dagegen ist sie beim Euphrat und Tigris, so wie auch der Natur der Sache nach am Ausslusse des Senegal und Gambia Sandbänke entstehen, und hierdurch die Küsten weiter hervortreten müssen.

Viele Flüsse America's zeigen das Phänomen der Deltabildung gleichfalls, wie denn unter andern fast die ganze Provinz Delaware aus Alluvionen des Flusses gleiches Namens bestehen soll, nirgend in der Welt aber ist dieses Phänomen vielleicht größer als beim Missisippi, denn das durch diesen mächtigen Strom gebildete Delta ist größer als ganz Aegypten. Noch in den neuesten Zeiten betrug das Vorrücken der Kiisten nach Messungen eine Lieue in hundert Jahren, und damit ist noch die Eigenthümlichkeit verbunden, das dieser Strom bei seinen Anschwellungen aus den Urwäldern, durch welche er sliefst, eine ungeheuere Menge der größten und stärksten Bäume entwurzelt, mit sich fortreisst, und zugleich mit dem Schlamme in der Tiefe versenkt. An manchen Stellen ist daher der Boden des Flusses und selbst des Meeres an seiner Mündung mit einem faschinenartigen Gestechte dieses Holzes belegt, so dass Anker, welche in dasselbe hineingreifen, nicht wieder herauszubringen sind; der westliche Arm des Stromes, der Chafalaya oder Achafalaya aber, welcher sonst bis 15 Meilen landeinwarts schiffbar war, ist so mit Treibholze bedeckt, dass keine Durchsahrt mehr statt findet, und auf einer Strecke von zwei geographischen Meilen hat sich sogar aus diesem Holze eine Art von schwimmender Brücke gebildet, welche ganz fest und mit Vegetation bedeckt ist, so dass man die Anwesenheit des Wassers nur aus dem Rauschen desselben unter dieser Decke erkennt 1. endlich diese Erscheinungen unzählich oft auch bei kleinen Flüssen vorkommen, wohin zugleich die Inselbildung in Flüssen und Strömen zu rechnen ist, bedarf kaum besonders erwähnt zu werden.

¹ Mon. Cor. XI. 44. Vergl. Mitrono Mem. d'un coup d'oeil rapide sur mes différens Voyages et mon séjour dans la nation des Creek. à Paris 1802. 8. Vollständig findet man diesen Gegenstand behandet in v. Hoff. a. a. O.

10. Eine sehr häufig aufgeworfene und auf verschieden Weise beantwortete Frage ketrifft die almälige Veränderung de Temperatur der Erdobersläche. Bezieht sich diese Untersuchung auf die Wärme der Erde unmittelbar nach ihrer ursprunglicher Gestaltung, so hängt sie mit den geologischen Hypothesen inni zusammen, und in dieser Hinsicht ist bereits nachgewiesen, da hierüber zwar nichts Gewisses ausgemacht werden kann, diejenig Hypothese aber die wahrscheinlichste ist, wonach die Erde anfang feurigflüssig war 1. Wird dieses angenommen, so stellt sich sogleid wieder die Frage dar, auf welche Weise die Erde allmalig ode plötzlich abgekühlt sey, und ihre jetzige mittlere, allem Anschei nach gleichbleibende Temperatur erhalten habe, und diese Un tersuchung, welche mit der Theorie der Warme in vielen Punc ten innig verwebt ist, kann hier nicht im ganzen Umfange en schöpfend angestellt werden. Unbedeutend ist dabei der Um stand, ob man eine plotzliche oder eine allmälige Erkaltung anzu nehmen geneigtist, wenn gleich die letztere Annahme sich leichte mit den gangbaren Hypothesen vereinigen lälst. Es fehlt übri gens nicht an Meinungen, welche bereits hierüber aufgestell sind. Burron lässt die Erde allmälig erkalten, bis sie zuletz ganz erstarren, und dadurch unbewohnbar werden soll, ohne die Aetiologie dieses Processes genauer anzugeben; nach For-RIER strahlte sie die Wärme in den Raum aus, wogegen schon oben einige Zweifel erhoben sind 2; BREISLAK 3 lasst dieselbe durch die entstandenen Wasserdämpse und Gase der Atmosphäre gebunden werden, und es liesse sich leicht durch Berechnung erweisen, dass zur Bildung der jetzigen Atmosphäre, wenn man sich die Sache auf diese Weise vorzustellen geneigt wäre, eine hinlängliche Quantität Wärme erforderlich gewesen wäre, un die glühende Erdkruste bis zu ihrer jetzigen Temperatur abzukühlen, jedoch muss aus der Theorie der Warmeerzeugung erst im Allgemeinen hervorgehen, ob es einer solchen Hypothese überhaupt bedarf, und ob diese angegebene als zulässig erscheinen kann. Auf allen Fall muß nach der Hypothese einer ursprünglichen feurigen Flüssigkeit der Erde eine Abkühlung derselben stattgefunden haben 4; allein da diese ganze Aufgabe unvermeid-

¹ Vergl. Erde Th. III. 8. 970. ff. und oben B. N. 4.

² Ebend. Th. III. 8. 1038, ff.

⁸ Institut. geol. I. 143, 161. u. a. a. O.

⁴ Hierfür erklären sich jetzt die meisten und gelehrtesten Ge-

Lich auf Hypothesen hinausläuft, so hat man es mit Recht für überslüssig erkannt, sich weiter mit ihr zu beschäftigen.

Manche Ueberbleibsel aus einer alteren Periode unserer Erde, einer sogenannten 'antediluvianischen oder vorweltlichen, scheinen aber unwidersprechlich darzuthun, dass ehemals, wemigstens in den gemäßigten und den Polarzogen, eine höhere Temperatur geherrscht habe. Dieser Gegenstand selbst beruhet zwar auf einer genaueren Kenntniss der Petrefacten 2, worüber an sich noch viele Dunkelheit herrscht, im Allgemeinen aber Mist sich Folgendes wohl mit einem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit annehmen. Zuerst finden sich Ueberreste von Thieren in nördlichen Gegenden, namentlich vom Mammut, von denen zwar nicht ausgemacht ist, dass sie ihrer Gattung nach kalten Gegenden nicht zugehören konnten, welche außerdem immerhin durch Fluthen weiter nach Norden geschwemmt seyn mogen, allein da einige Exemplare mit Haut und Fleisch gefunden sind, so kann dieses nicht auf weite Strecken geschehen seyn, und dann beweiset ihre ausnehmende Größe und die Menge der vorhandenen Ueberreste, dass sie ungleich fruchtbareren Gegenden angehörten, als jenes gegenwärtige Klima liefern kann. Ueberhaupt sind die vorweltlichen Thierarten, deren ähnliche Species noch jetzt gefunden werden, so außerordentlich groß, dass sie sehr augenfällig für eine stärkere Vegetation zeugen, als unter so hohen Breiten füglieh stattfinden konnte. Minder beweisend, aber dennoch dieses Argument unterstützend, sind die Ueberreste der Vegetabilien in den Braunkohlenlagern. Es ist nämlich zwar nicht erwiesen, daß die hier verschütteten Baumarten, so wie diejenigen, welche den Bernstein an der Preussischen Küste geliefert haben, Palmarten wärmerer Klimate gewesen sind, wie man ehemals anzunehmen geneigt war, allein wenn man blos die große Menge der verschütteten Bäume berücksichtigt, so deutet auch schon diese auf eine stärkere Vegetation, als gegenwärtig jenen Gegenden eigen ist. Alle diese Gründe führen indels nur zu einem gewissen Grade der Wahr-

ologen, indem sie überhaupt annehmen, dass die plutonischen Wirkungen (und damit die Wärme der Erde) allmälig abgenommen, die neptunischen aber zugenommen haben. S. Bovk in Edinb. Phil. Journ. N. 5. I. 88.

¹ Vergl. Versteinerungen.

scheinlichkeit, indem diesen und ähnlichen Argumenten allemit die Einwendung entgegengesetzt werden kann, dass wir die richten möglichen Veränderungen und Schicksale unserer Erdobersläche nicht kennen, und also auch nicht wissen können, ob nicht die jetzt zum Vorschein kommenden urweltlichen Resa durch große Fluthen aus entsernten Gegenden an ihren jetzige Lagerungsort gekommen sind. Man hat diese Hypothese sogs auch auf das Vorkommen der Mammuts - Skelete und Cadava im hohen Norden angewandt, und dabei zu einer plötzlich eingetretenen Winterkälte seine Zuflucht genommen, so wahrscheislich es übrigens ist, das Thiere von so ungeheurer Größe ein bedeutende Menge Futter bedursten, und schwerlich die jetzigen langen sibirischen Winter zu ertragen vermochten.

. Es kann diesemnach bloss als eine wahrscheinliche Hypothese gelten, dass die Temperatur der Erdrinde in den Urzeits höher und vielleicht auch gleichmäßiger über die Erde verbreitet gewesen sey, späterhin aber in der aquatorischen Zone sid mehr angehäuft habe, so dass dort die Vegetation durch Hits, in den Polarzonen dagegen durch Kälte zerstört wurde. Wichtiger aber, als das Verweilen in diesem dunkeln Gebiete, ist de genauere Erörterung der Frage, ob die Temperatur innerhalb der historischen Zeit sich geändert habe, so dass sie allgemen entweder höher oder niedriger geworden sey. Hierauf läßt sich mit großer Bestimmtheit und nach einer Menge von Thatsachen antworten, dass in einzelnen Districten das Klima wohl begreiflichen Ursachen rauher oder milder geworden, die Tesperatur im Ganzen aber, wenigstens in den mittleren Breites, sich völlig gleich geblieben sey. Es giebt allerdings unbestreitbar Thatsachen, welche eine frühere höhere Temperatur gewisser Gegenden zu beweisen scheinen. Dahin gehört insbesonder die Beschreibung, welche die ersten Entdecker der südliche und südöstlichen Küste Grönlands von diesen jetzt für Ewopis fast unbewohnbaren Küsten machen, indem sie dieselben üppigem Grase und Bäumen, mindestens Gesträuchen, bewich sen angeben, woher das ganze Land auch den Namen Grosland (Grünes Land) erhielt 1. Wären jene Küsten schon damals so unwirthbar gewesen als jetzt, so wurde sich keine Colonie dort niedergelassen haben, zu welcher man später 12

¹ Landnamabok II cap. XIV. Eyrbyggiasaga. cap. XXIV.

gelangen sich vergebens bemühete, weil das Eis eine Landung unmöglich machte, bis es ganz kürzlich dem kühnen Sconesby gelungen ist, jene Gegenden wieder zu betreten, wobei er denn wirklich Spuren von Bewohnern gefunden hat 1. Es ist daher sowohl aus diesen als auch aus anderweitigen Zeugnissen gewils, dass Grönland früher Holz - und Straucharten, so wie überhaupt Pflanzen hervorgebracht hat, welche daselbst jetzt nicht mehr wachsen. Nun ist es zwar ausgemacht, dass einmal vorhandene Waldungen gegen den Einfluss der Winde schützen, und daher in kalten Gegenden das Klima milder machen, und man könnte daher die Erniedrigung der Temperatur Grönlands dem allmäligen Untergange dieser Wälder, vielleicht durch die Bewohner veranlasst, beimessen; allein jenes Land ist nach seiner jetzigen Beschaffenheit überhaupt für die Baumvegetation nicht geeignet, und man muss daher zugestehen, dass dort die Temperatur höchst wahrscheinlich vermindert sey, welches indels vielleicht eine Folge der an seinen Ostküsten aufgehäuften Eismassen ist 2. Im Allgemeinen getraue ich mir übrigens nicht, die physische Ursache dieser Veränderung mit Gewissheit oder auch nur mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit anzugeben, obgleich sich ohne Schwierigkeit mehrere Hypothesen zur Erklärung auffinden lassen. So glaube ich die höhere Temperatur Norwegens und Island's, welche offenhar dem Grade der Breite nicht proportional ist, mit großer Wahrscheinlichkeit aus den Meeresströmungen erklärt zu haben 3, und man könnte diesemnach annehmen, die Richtung des Golphstromes sey in alteren Zeiten, als die Antillen und der Mexicanische Meerbusen ihre jetzige Gestalt noch nicht hatten, eine andere gewesen, und das warme Wasser desselben habe die Ostküste Grönlands bespült. es liesse sich denken, das nördliche Polareis sey nicht in solchen Massen vorhanden gewesen, als jetzt, und habe deswegen die Ostküsten Grönlands gar nicht umlagert, welches übrigens mehr als blosse Vermuthung ist. Es könnte endlich die Richtung der

¹ W. Sconnser's d. Jüngeren Tagebuch einer Reise auf den Wallfischfang u. s. w. Uebers. von Kries. Hamb. 1825. 8. S. 207.

² Vergl. Chanz Historie von Grönland a. v. O. H. Egede Saabye Bruchstücke eines Tagebuches gehalten in Grönland u. s. w. Uebers, von G. Fries. Hamb. 1817. a. v. O. z. B. S. LXVIII. LXXIX. u. a.

^{3,} S. Th. III. 8. 1002.

jetzigen Eis-Strömung ehemals eine andere gewesen seyn, und die jetzige, welche dasselbe in so ungeheuern Massen an jem Küsten treibt, durch den später erfolgten Durchbruch der Landenge zwischen der Behringsstraße bedingt werden. man noch höher hinaufgehen, so ließe sich annehmen, da ursprünglich überall gleich temperirte Meer sey in den Polazonen erst allmälig erkaltet, und das dort gebildete Eis habe durch seine stets zunehmende Vermehrung die benachbaten Küsten lange in einer milden Temperatur erhalten, und diese um so mehr, wenn man zugleich voraussetzte, das Polameer sey bei noch geschlossener Behringsstraße ruhig und ohne seine jetzigen Strömungen gewesen, durch welche das Eis südlich getrieben wird. Jede dieser, und noch wohl einige andere Hypothesen ließen sich durch neue Hypothesen unterstützen und als sehr wahrscheinlich darstellen, allein der skeptische Physiker verweilt ungern in diesen dunkeln, durch untrügliche Erfahrungs nicht aufgehellten Gebieten.

Aehnliche Beweise für eine Verminderung der Temperater in Norwegen und Island finden sich in genügender Menge. S wird fossiles Holz auf einigen Inseln oberhalb Norwegen gefurden, wo gegenwärtig kaum einige Lichen - Arten fortkommen; allein dieses kann leicht Treibholz seyn, und würde somit nicht beweisen, wenn es nicht ausgemacht wäre, dass auch Island früher nicht unbedeutende Waldstrecken, namentlich mit Birke bewachsen, gehabt habe. Vermuthlich aber sind diese entweder durch die Bewohner allmälig ausgerottet, oder beim Aubruche des Hecla i. J. 1766 zerstört, und dann könnte diese selbst die Ursache einer späteren Verminderung der Tempertur gewesen seyn, indem die Insel noch jetzt, wiewohl sehr wenig, Getreide hervorbringt, früher aber mehr erzengte, wie noch aus der Benennung einiger Districte hervorgeht, deres Namen offenbar aus ihrer Bestimmung zum Kornbaue entstanden sind 1. Auf der andern Seite dagegen kann man sagen, dis der Getreidebau dort vernachlässigt wurde, weil die Viehnelt einträglicher ist; überhaupt aber geht unsere genauere Kennmib dieser Insel nicht über das Jahr 1360 nach Ch. G. hinaus 2, und

¹ S. Garlier Island u. s. w. Freib. 1819. S. 36. Especies Hirderson Island u. s. w. I. 11.

² Island soll im J. 861 durch Nadod entdeckt seyn, und ros

diejenigen Colonisten, welche die Insel zuerst besuchten, nannten sie Island (Eisland) von dem vielen Eise, welches sie daselbst fanden, ja sie scheinen anfangs dort nicht einmal feste Wohnsitze gehabt zu haben, sondern nach einem Sommeraufenthalte an jenen Küsten wegen des Fischfangs für den Winter wieder nach den Schottischen und Norwegischen Küsten zurückgekehrt zu seyn 1. Eine gleiche Bewandniss hat es mit Norwegen. Man gräbt auf Karmöe unter 59° 20' N. B. starke Baumstämme, z. B. Castanienbäume, bei Augvoldsnäs Nussbäume aus. welche genen Gegenden jetzt durchaus fremd sind, früher aber dort gewachsen seyn müssen. VARGAS BEDEMAR 2 bringt viele Zeugnisse dieser Art bei, welche ein früher milderes Klima jener Gegenden bezeugen, glaubt aber, dass die Ausrottung der Wälder diese Veränderung veranlasst habe, LEOR. von Buch 3 dagegen, welcher ähnliche Zeugnisse beibringt, glaubt das Klima wechsele daselbst in langen Perioden, womit die Beobachtung HERZBERG's übereinstimmt, welcher sagt, dass das Meer beim Bergenstiste von Jahr zu Jahr ungestümer werde, die Menge des Heues seit 30 bis 40 Jahren stets abgenommen habe, der Frühling fast einen Monat später, die Winterkälte dagegen eben so viel früher eintrete . Will man nicht annehmen, dass ehemals die Sommer dort wärmer, die Winter aber kälter gewesen seyen, so steht hiermit im Widerspruche, dass die Ostsee in der den neuesten Zeiten nie ganz zugefroren war, wie in den Jahren 1333; 1399; 1408; 1423; 1459; und zuletzt fast gänzlich i. J. 1709. Im Ganzen ist aber der Zeitraum, in welchem uns jene nördlichen Gegenden bekannt sind, zu kurz 5, und aus diesem lassen sich keine sichere Thatsachen zum Beweise einer Temperatur

dieser Zeit an zogen sich mehrmals Colonien der Normänner dorthin, welche wegen politischer Streitigkeiten aus ihrem Vaterlande auswanderten. Wann und in wie weit dieselben bleibend wurden, ist nicht leicht auszumitteln. S. Schlosser Weltgeschichte. Th. II. S. 85.

¹ Für die älteste Geschichte Islands vergl. Landamabok: h. e. Liber originum Islandiae. Hafn. 1774. 4. Snorro Sturleson Heims kringla. cet. ed. Schöning. Hafn. 1777. fol.

² Reise nach dem hohen Norden. Frankf. 1819. II T. 8. I. 165.

⁸ Reise nach Norwegen u. Lappland II T. Berl. 1810. 8. I. 369.

⁴ VARGAS BEDEMAR &. a. O. I. 185.

⁵ S. Schlözen in Allgemeine Weltgeschichte. XXXL Vorrede S. 5 und-Schöning's Abhandl. ebend. S. 1.

verminderung entnehmen, Nach L. v. Buch, Bedenne a. werden noch jetzt in Norwegen unter sehr hohen Breiten an sie geschützten Orten Kirschen und sonstige Obstarten reif, welde indes das erwähnte Auffinden von Wallnus – und Castania-Bäumen, mindestens nicht vollständig, enträthselt.

Uebrigens hat Schouw i neuerdings durch eine eben so se führliche als gehaltvolle Untersuchung dargethan, daß die milere Temperatur in Dänemark und auf gleiche Weise auch Scandinavien nach dem Ergebnisse der vorhandenen genam Beobachtungen sich innerhalb der historischen Zeit nicht gesidert hat, obgleich zu gewissen Zeiten auffallende periodisk Wechsel vorkommen, wie denn namentlich im 14. und 15. leh hunderte verschiedene Jahre sich durch auffallende Rauhheit Ermperatur auszeichneten. Dessen ungeachtet greifen auch det die Gletscher an manchen Orten stets weiter um sich, wie den nach Ch. Fr. Neumann 2 der Gletscher von Justedal noch is 17. Jahrh. ein cultivirtes Thal war.

Ueber die Temperatur Deutschlands, der Schweiz, Italien und der unter gleichen Breiten liegenden Läuder giebt es zigleiche Weise widersprechende historische Zeugnisse, Caesar Tacitus 3 u. a. schildern zwar Deutschland, Thracien u. s. v. als höchst kalt, unfruchtbar und rauh, allein es ist unlängstewiesen, dass ihre Beschreibungen übertrieben sind, obgleich manche Gegenden waldiger, daher auch im Sommer wenige warm, im Winter dagegen weniger kalt waren, im Ganzen abei ist die Temperatur gewiss unverändert geblieben. So war der Rhein zwar in der Regel alle Winter gefroren, was auch noch jetzt der Fall ist, allein einmal gingen die teutschen Völke im Winter auch über den offenen Flus 4. Korn brachte des Land in Menge, aber keinen Wein 5, weil er nicht gebaset wurde, denn wenige Jahrhunderte später unter den Merovingen

¹ Skildring af Veirligets Tilstand i Danmark, Kiöv. 1826. 8

² Beiträge zur Kenntnis Norwegens. Leipz. 1824. II vol. &

⁸ De Mor. Germ. I, Dort heisst Deutschland terra frugisers arborum impatiens.

⁴ Caes. de B. Gall. IV. 4.

⁵ Tacitus M. G. c. 5; 26; 23.

eschah dieses nementlich zu Ladenburg und an andern Orten 1. angleich früher bei Marseille 3, und im zweiten Jahrhunderte aach Ch. G. in Augsburg 3. Neben diesen unwidersprechlichen Zeugnissen giebt es andere, welche eine bedeutende Veräuderang des Klima's anzuzeigen scheinen, aber von einzelnen ausgezeichneten Jahren entnommen im Ganzen nichts zu beweisen vermögen. Solche hat MANN 4 in Beziehung auf Italien, Dalmatien u. s. w. gesammelt, und namentlich war i. J. 1543 der Winter in Frankreich so kalt, dass der gestorne Wein mit Bei-Len zerhauen und unter die Soldaten vertheilt wurde 5. Der Hypothese einer allmäligen Zunahme der Wärme entgegengesetzt ist der in der Schweitz sehr allgemein herrschende Glaube an eine merkliche Abnahme derselben. Nach VILLARS 6 wird auf dem Berge de Lans im Canton d'Oisans Hols, welches dort ehemals gewachsen seyn muss, in einer Höhe von 2340 F, über derjenigen gefunden, bis zu welcher dasselbe jetzt wächst, und CHARPENTIER 7 behauptet, die Gletscher hätten seit 60 bis 100 Jahren außerordentlich zugenommen, welches eine Folge der im Allgemeinen verminderten Temperatur sey, wie jeder Forstmann wiesen müsse, indem sich auf vielen Höhen ehemals 100 bis 150 jähriges schönes Holz gefunden habe, wo sich jetzt keines finde, z. B. auf dem Berge aux Herbageres, beim Chamouni-Thale, wo ellendicke herrliche Lerchen zerbrochen und entwurzelt umherliegen sollen, statt dass gegenwärtig selbst die härtere Fichte dort nicht fortkommt. Eine ausführliche Untersuchung der Frage über die Abnahme der Temperatur in der Schweitz ist in einer 1820 von der Schweitzerischen gelehrten Gesellschaft gekrönten Preisschrift angestellt , deren Verfasser aus einer gro-Isen Menge von Thatsachen beweiset, dass die mittlere Temperatur

¹ F. J. Dunneck geographia pagorum vet. Germ. cisrhen, Berol. 1817. S. 29, Vergl. Dant. Beschreibung des Kloster's Lorsch, S. 116.

^{2 .} Plin. H. N. XIV. 6.

⁸ Eumenius in Panegyr. vet. VIII. 6.

⁴ Hist, et Comm. Acad. Sc. Theod. Palat. vol. VII. Gren J. d. Ph. II. 281.

⁵ De Serres Inventaire général de l'Hist. de France. U. 231. Zimmermann geograph. Gesch. d. Manschen. III. 210.

⁶ Mém. de l'Inst. V. 197.

⁷ G. LXIII. 411.

⁸ Bibl. un. XIV. 285.

daselbst seit Jahrhunderten keineswegs abgenommen hat, welches Resultat auch WAHLENBERG aus seinen Forschungen in Norwegen über dieses Land erhielt, wohl aber sinken die Glescher tiefer herab, weil die Waldungen dünner werden wi ihnen weniger Widerstand leisten, aus welcher Ursache and die Winterkälte heftiger einwirkt, und auf hohen Berggipfeh das einmal weggenommene Holz sich nicht wieder erzeugt. h Italien ist das Klima gewiss nicht durch größere Kälte oder ge-Isere Wärme ausgezeichnet, als zu den uns genügend bekannte Zeiten der Römer, denn das Erscheinen des Eises auf den datigen Flüssen war damals, wie jetzt, eine Seltenheit; VIRGIL's Begeln für den Landbau könnten in Beziehung auf die Temperate noch jetzt gelten, und dass es an bleibendem Schnee auf den Begen nicht fehlte, beweiset HORAZ 1. Ueber vielen Schnee und große Kälte in Thracien und Macedonien klagen viele lateinisch und griechische Schriftsteller, z. B. VIRGIL 2, OVID 3, XENOPHOJ 4 PLATO 5, allein dennoch brachten diese Gegenden, ihrer holes Gebirge ungeachtet, schon sehr früh guten, dem Homen bekanten, Wein 6, und die neueren Schriftsteller, welche eine Vagleichung des ehemaligen und jetzigen Zustandes jener Lände und Griechenlands anzustellen veranlasst wurden, weisen keine Veränderung der Temperatur nach 7. Das Gefrieren des schwazen Meeres endlich, welches i. J. 401, dann 763 als sogar en Theil der Meerenge swischen den Dardanellen mit Eis belegt war, endlich noch 1620 und 21 nach Zonaras und Kantemia geschah, ist seitdem nicht wieder beobachtet 8, eben wie das Gefrieren des Adriatischen Meeres wie in den Jahren 860; 1234 so stark, dass Waaren auf dem Eise von Venedig nach der Dalmatischen Küste transportirt wurden; 1594; 1621, als die Flote

¹ Carm. I. 9. 1. Vides ut alta stet nive candidum Soracte,

² Georg III. 352.

³ Trist. III. 10. V. 23. Ep. ex. Ponto. IV. 7, V. 8.

⁴ Exped. Cyr. Min. VII. 4.

⁵ Symp. cap. 42. p. 220. ed. Steph,

⁶ Od. IX. 179; 197.

⁷ Dodwer Reise durch Griechenland. Ueberst von Sichles. I. S. 282. Boekh Staatshaushalt d. Athenienser L. St. Mülles Orchomense od. Geschichte hellen. Stämme I. S. 30; 35.

⁸ Vergl. OLIVIER Voyages dans l'Empire othomaune. I. 224.

ei Venedig einfror und endlich 1709. Man ersieht hieraus, lass einzelne Jahre von ausgezeichneter Kälte oder Wärme nicht als Beweis einer allgemeinen Verenderung der Temperatur dienen können 1. So wenig aber aus diesen einzelnen Thatsachen zefolgert werden kann, dass die Temperatur gegenwärtig unter mittleren und höheren Breiten gegen frühere Jahrhunderte zugenommen habe, wie Maku 2 und GRONAU3 anzunehmen geneigt nind, eben so wenig sind die oben angegebenen einzelnen Phänomene vermögend, eine Verminderung derselben zu beweisen, wie schon aus dem Widerspruche dieser zerschiedenen Meinungen unter sich genugsam folgt, wenn gleich auf einzelne Districte durch manche, das Klima bedingende, Ursachen sowohl die Wärme des Sommers als auch die Kälte des Winters heftiger einzuwirken vermag, und dadurch auffahlendere Erscheinungen der einen wie der andern hervorbringt. Dieses ist denn auch das endliche Resultat einer ausführlichen, auf eine große Menge wohlbegründeter Thatsachen gestützten Abhandlung von GAT-LUSSAC 4, auf welche ich diejenigen verweisen muß, welche mehrere Beweise suchen. Selbst den Satz, dass die Temperatut der äguatorischen Zone seit Jahrtausenden erhöhet sey, welcher allerdings viel für sich hat, und auch von Mann angenommen wird, möchte ich bezweifeln, wiewohl es aus dem, in manchen dortigen Gegenden gefundenen, fossilen Holze unverkennbar folgt, dass früher Districte mit Waldungen bedeckt waren, wo gegenwärtig wegen brennender Hitze und Sandboden überall keine Vegetation mehr stattfindet. Mit weit mehr Recht nehmen GRONAU und andere an, dass eben die Ausrottung der Waldungen eine Veränderung des Klima's nicht sowohl hinsichtlich der mittleren Temperatur, als vielmehr des Feuchtigkeitszustandes hervorbringt 5, jene allmälige Zerstörung der Waldungen ist aber mindestens zum größten Theile eine nothwendige Folge der sich fortwährend auf der Erde mehrenden Menschenmenge. In geologischer Beziehung ist es also bloß wahrscheinlich, dass nach der letzten Ausbildung des Erdballs, in einer jetzt unbestimmbaren Zeitperiode, die Wärme entwe-

¹ Ann. Ch. et Ph. XIV. 292. Vergl. Temperatur.

² Gren. J. d. Ph. II. 231.

³ Neue Schr. der Berl. Ges. Nat. Fr. IV. 59.

⁴ Ann. Ch. et Ph. XXVII. 407,

⁵ Vergl. Klima.

der gleichmäßiger über den Erdball verbreitet war, oder mit destens die Gegenden unter sehr hohen Breiten sich einer mide ren Temperatur erfrenten, dass aber nachher ein gewisser het stand des Gleichgewichts eingetreten ist, welcher ohne meßin Veränderung so lange gedauert hat, als die sichere historisch Zeit umfast, daher auch aller Wahrscheinlichkeit nach mit dallezeit beobachteten, partiellen Schwankungen noch eine und stimmbare Zeit dauern wird, ohne dass die Erde weder das übermäßige Erkaltung noch auch Erhitzung eine wesentlich Veränderung erleidet.

Gerinnung.

Coagulatio; Coagulation; Coagulation; heißt de diejenige Zersetzung einer Flüssigkeit, bei welcher sich ein fest Stoff, derselbe sey schon in ihr gehildet vorhanden gewesn oder erst während der Zersetzung gebildet, in Gestält von met reren größeren Klumpen oder einer einzigen zusammenlisgenden Masse als Gerinnsel oder Coagulum ausscheidet. Is den Zwischenräumen des Gerinnsels kann, wenn seine Messe bedeutend ist, die Flüssigkeit so vollständig zurückgehalten weden, daß das Ganze fest erscheint. Solche Gerinnungen zest der mit Wasser verbundene Eiweißstoff beim Einwirken von Hitze, Säure oder Weingeist; der Kässtoff in der Milch bein Einwirken von Säuren oder Weingeist; die Kieselsenchtigkeit beim Zusatze von wässrigem Alaunerde-Kali u. s. w. G.

Geruch.

Odoratus; Olfactus; Odorat; The Smelling; bezeichnet auf gleiche Weise sowohl den Geruchs - Sinn, wemittelst dessen gewisse eigenthümliche Ausshüsse der Körper war genommen werden, als auch diese Substanzen selbst, welde denn gleichfalls Gerüche, (odor; odeur; smell) heißer. Der Sitz desselben ist die Nase, welche inwendig mit einer netvenrreichen Haut (bei den Monschen tunica Schneideriana genannt) bekleidet ist. Diese nimmt an ihrerinneren Seite die zahreichen Enden und Gestechte des aus den anderen Himlappen entspringenden Geruchsnerven (N. olfactorius) auf, durch wache das Empsinden der Gerüche vermittelt wird, wenn nicht

Krankheit und Abstumpfung des Nerven oder zu starke Schleimbsonderung der Schleimhaut, z. B. beim Schnupfen, dieses sindern 1. Die Empfindungen durch den Geruch haben viele kehnlichkeit mit denen, welche der Geschmack giebt, beide mterstützen sich wechselseitig, jedoch ist bei den Menschen in Vergleichung mit den Thieren im Ganzen der Geschmack am einsten, der Geruch am wenigsten ausgebildet, und am leichesten entbehrlich.

Bei den Thieren nimmt überhaupt das Werkzeug des Genichs - Sinnes mehr Raum ein, wie schon die Größe der Nasenböhle, die weitere Ausbreitung der Schleimhaut und die größere Stärke des Geruchsnerven nebst der vermehrten Zahl seiner Verzweigungen darthun. Für sie ist der höher gesteigerte Geruchs-Binn sehr unentbehrlich zur Unterscheidung der dienlichen und schädlichen Nahrungsmittel, insbesondere bei den Säugethieren, namentlich den Hunden, weniger bei den Vögeln, wo wahrcheinlich öfter ihr scharfes Gesicht aushilft, noch weniger bei den Amphibien, welchen sämmtlich die Gerüche durch die Lust zugeführt werden. Den Fischen hat man ein eigentliches Geruchsorgan absprechen, und dieses vielmehr mit dem Geschmacksorgane verbunden ansehen wollen, welches aber mit der Ausbildung und Stärke des Geruchs-Nerven im Widerspruche steht. Die Verbreitung und Fortpflanzung der Gerüche im Wasser auf die in demselben befindliche Luft zurückzuführen 2 dürfte unnothig seyn, indem gar kein Grund vorhanden ist, dieses Vermögen dem Wasser nicht unmittelbar beizulegen, wosur ohnehin Anafogie und Erfahrung sprechen 3. Uebrigens ist es schwer, das Vorhandenseyn des Geruchs bei den Fischen durch etwas anderes als daraus zu erweisen, dass die Fischer sich oft starkriechender Köder mit Erfolg bedienen. Die Anwesenheit desselben bey den Insecten ist unzweifelhaft, indem sie ziemlich allgemein starkriechende Sachen scheuen, zugleich aber nach dem Geruche ihre Nahrung oder einen schicklichen Ort für ihre Eier suchen.

Das Riechen geschieht nur während des Einathmens von Luft, indem man auch über stark riechenden Substanzen so lange nichts riecht, als man nicht athmet, weil während dieser Zeit

¹ MECKEL Handbuch d. menschl. Anatomie. III. 752, IV. 142.

² Nach TREVIRARUS Biologie VI. 806.

⁵ Meine Physical. Abhandl. 8. 484.

die Luft aus der Nase entweder ausströmt oder in derselben usbewegt bleibt, so dass also keine äussere, mit riechbaren Stoffen erfüllte, eindringen kann. 'Schon hieraus geht hervor, das wirkliche Theile der riechenden Stoffe, fein verbreitet in de Luft, mit den Enden der Geruchsnerven in Verbindung komme, und also auf gleiche Weise die Empfindung des Geruch's wie die des Geschmack's hervorbringen. Bei den meisten riechteren Substanzen, z. B. den ätherischen Oelen der Blumen, des Kampser, Moschus u. a. m. ist factisch, bei einigen durch ihr Gewichtsabnahme, erwiesen, dass sich Theile von ihnen losmissen, bei andern ist dieses weniger wahrnehmbar. Unbegreistig scheint es, wie die Hunde, wenn sie die Spur eines Wilds oder noch mehr ihren verlornen Herren oft meilenweit durch Hülfe des Geruchs verfolgen, an allen Orten Theile desselbe in ihren Geruchs-Sinn aufnehmen, wie diese überhaupt an de verschiedenen Oertern verbleiben und sich nicht mit denen von andern Personen vermischen sollten, und noch fast unbegreifcher ist es anzunehmen, dass Metalle, z. B. Kupfer, wenn i an sich oder beim Reiben mit der Hand riechen, ausdünge sollten. Dieses berechtigt indels keineswegs dazu, mit verschiedenen berühmten Physiologen 1 eine blosse Modification der Lak anzunehmen, indem dieses entweder nichts sagt oder mit bekannten Naturgesetzen streitet. Eben so wenig kann man die Entwickelung der Gerüche mit der Entwickelung des Lichtes oder gar des Schalles für gleichartig ansehen, indem letzteret eine mechanische Bewegung, ersteres aber nach überwiegendes Gründen sicher eine eigenthümliche, ätherartige, Substanz ist. Manche dürften allerdings geneigt seyn, zur Unterstützung jener Meinung diejenigen Erscheinungen anzusühren, welche LESLIE beobachtet haben will, namlich dass die Intensität der Gerücke durch einen hohlen Kegel eben so, wie die Schallwellen durch ein Hörrohr verstärkt werden sollen, desgleichen dass ein Holspiegel sie nach gleichen Gesetzen, als die Strahlen des Lichtes und der Wärme concentrire. Letzteres wurde insbesonder daraus gefolgert, dass der Saft eingeschnittener Erbsenblumen im Brennpuncte eines Hohlspiegels am frühesten grün wurde, wenn man demselben ein Gefäs mit Ammoniak näherte. Beide

¹ RUDOLPHI Phys. II. 111. WALTHER Phys. II. 277. u. a. m.

² On heat and moisture. S. 44.

Planomene, einstweilen voransgesetzt, dass sie vollkommen beprindet sind, vermögen jedoch nicht, die gefolgerten Analogieen Jenes wiirde nämlich überhaupt schon auf eine to beweisen. unrichtige Vorstellung von der Wirksamkeit des Hörrohrs fühindem der Schall durch einen auch noch so weiten Kegel richt verstärkt wird; vielmehr folgt aus mechanischen Gesetzen, lass eine größere Menge von Luft, und somit auch von beigehischten riechbaren Substanzen durch Anwendung des hohen Kegels in Bewegung gesetzt und der Nase zugeführt wird, wenn man die. Luft an der Spitze desselben einschlürft. Wirkungen des Hohlspiegels erklären sich aber leicht aus der Ressection der nie völlig ruhenden Luft, deren elastische Theile zusemt dem enthaltenen Ammoniak daher durch Zurückstoßung von der Fläche des Hohlspiegels im Brennpuncte desselben vereinigt werden musten. Ob zugleich eine Art von Wärmestrahlung, bei etwa höherer Temperatur des Ammoniaks, mitwirkend gewesen sey, ist ohne Wiederholung und genauer Prüfung des Versuches nicht wohl zu entscheiden. Sehr gegründet scheint mir endlich die durch G. G. Schmibr 2 aufgestellte Vermuthung, dass der stärkere Geruch mancher Blumen des Abends, z. B. der Nachtviolen, eine Folge der Austreibung des riechbaren Dunstes derselben durch den eindringenden Wasserdampf aus der feuchteren Atmosphäre sey, wobei jedoch die Oeffnung der Poren durch die: Fenchtigkeit der Lust und der Wasserdamff der letzteren selbst als Vehikel der riechbaren Substanzen mitwirkend seyn können.

Die Gerüche sind im hochsten Grade mannigfaltig, und lassen sich daher schwerlich unter bestimmte Classen ordnen. Noch viel weniger aber läßt sich die Meinung von der Anwesenheit eines allgemeinen, in besondern Fällen modificirten Riechtoffes (spiritus rectus oder aroma) vertheidigen, welche sich seit Bornhave bis Fourgaor erhalten hat 3, von Hermestenraber genügend widerlegt ist 4. Wenn man dagegen die Fein-

^{1 8.} Höhrrohr.

² Hand - und Lehrbuch d. Naturlehre S. 18.

^{3. 8}cherer J.; III. 339 ff. Maequer chem. Wort. VI. 325. v. Crell chem.Ann. 1799. H. \$82: Hildebrandt Anfangagr. d. Chm. III. 895 u. 958. Hagen Grundsätze di Chem. S. 99. Fourcroy in Journ, de l'Ec. Pol. III. 82.

⁴ Magaz. d. Gos. nat. Fr. in Berlin. 1811. IV. 9. III.

IV. Bd. - Qqqq

heit der riechbaren Ausstüsse, und die Geneigtheit anchiese Körper berücksichtigt, sich mit den berührenden Substanzen z verbinden, so kann man unbedenklich die Ursache des Genches auf feine Ausströmungen zurückführen. 1.

Die Gerüche sind theils angenehm, theils indifferent, the widerlich in verschiedenen Graden hauptsächlich der Stärke, widem alle zu starke unangenehm werden. Nicht bloß nerwachwache, sondern selbst die stärksten Personen können dad zu starke Gerüche bis zu Ohnmachten gereist werden, und einhaften Gerüchen widersteht nicht leicht jemand, hauptsächlich wegen der physischen und psychischen Verbindung deneka mit dem Geschmacke. Auch der Gerüchs-Sinn, so wie des Geschmacks, ist nicht ganz frei vom physischen Rinfust werwegen die Menschen durch ihre eigenen übelen Gerückswenger lebhaft afficiet werden, als durch fremde, auch stand die Gewohnheit beide Sinne ab.

Der Geruchsian entwickelt sich heim Kinde viel spies als der Geschmacksinn, wird aber leichter abgestumpft of geht durch anhaltende Krankheit der Nasenschleimhaut leit verloren.².

Geschmack.

Das Sohmecken; Gustus; gustatus; Gont; Tast; bezeichnet denjenigen Sinn, durch welchen das zu Schmeckenk oder das Schmackhafte der Körper (sapor, saveur), den gemeinen Sprachgebrauche nach gleichfalls Gescmack genant, wahrgenommen wird. Das Werkzeug dieses Sinnes ist die Zuse

^{1.} Vergl. Fourcroy in Ann. de Chim. XXVI. 232. Scherer I. I. 544. vorzüglich Prevoat in Ann. de Chim. XL. 1 ff. welcher des is strömungen eine bewegende Kraft beilegt. Vergl. Adhäsion. Daß in nige Metalle beim Reiben mit der Hand riechen, läßet sich viellicht aus der Verbindung eines ammoniskalischen Danstes aus der letzun mit einigen Partikeln der ersteren erklären.

² Ant. Scarpa Anatomicae disquisitiones de auditu et officia Mediol. 1795. fol. deutsch. Nürnb. 1810. 4. S. Th. Sömmerens Abiddung der menschlichen Organe des Geruchs. Frkf. 1809. fol. Resephi Grundrifs d. Physiol. Th. II. Berl. 1823. 101. ff. Trevinants Biologie. VI. 251. Vorzügl. Osphrésiologie, en Traité des Odeurs cet. pr Hippol. Cloquer. sec. ed Par. 1821. 8.

and der Gaumen, oder eigentlicher die hier verbreiteten Nerven, and insofern, diese nur durch die unmittelbare Berührung der sie afficirenden Körper ihre Thätigkeit äußern, so gehört der Geschmacksinn unter die allgemeine Classe der Gefühle und zu den niederen Sinnen. Ueber die Nerven desselben sind die Physiologen nicht ganz einig 1. Die meisten nehmen an, daß der Geschmacks - oder Zungen - Nerv (N. lingualis) oder der Zungenschlundtopf - Nerv (N. glossopharyngaeus) in die verschiedenen Geschmackwärzchen (papillae filiformes, conicae, fungiformes seu capitatae, vallatae), welche mit einer zarten Haut bedeckt sind, übergehen, und das Schmecken hervorbringen. Durch die Einwirkung der verschiedenen Substanzen auf diese nämlich entsteht der Geschmack, welcher sonach vorzügtich auf der Zungenspitze, zugleich aber auch auf ihrer ganzen Oberfläche, bis nach dem Schlunde hin, empfunden wird.

Gegen diese, seit Bellini 2 fast allgemein angenommene Meinung halt TREVIRANUS 3 die Wärzchen vorzüglich für Tastorgane, um vermittelst derselben die nachtheiligen Gegenstände zu fühlen, dabei sollen sie zugleich auch Einsaugungsorgane seyn, so dass sie hierdurch allerdings das Schmecken, sofern dasselbe überhaupt vermittelst der schwammigen, mit einer lockeren, leicht durchdringlichen, Haut überzogenen Zunge geschieht, befordern, jedoch diesemnach nur mittelbar wirken. Hierbei ist es sehr merkwürdig, dass die nämlichen Substanzen oft eine verschiedene Empfindung an den entgegengesetzten Enden der Zunge hervorbringen, oder dass einige Geschmäcke nur an einer Stelle an der Spitze oder dem hinteren Theile der Zunge empfunden werden, weswegen man in so vielen Fällen einen eigenthümlichen Nachgeschmack wahrnimmt. Namentlich scheint der Geschmack bitterer Stoffe bloss auf dem hinteren Theile der Zunge wahrgenommen zu werden, wenn anders die dort befindlichen Wärzchen und Nerven nicht überhaupt das Schmecken bedingen, die auf der Zungenspitze dagegen mehr einen Tastsinn nach TREVIRANUS bilden. Auf allen Fall ist es wohl

¹ TREVIRANUS Biologie VI. 234.

² Gustus organum novissime deprehensum. Bonon. 1665. Ej. Exercitationes anatomicae de structura et usu renum et de gustus organo. Lagd. Bat. 1711.:4.

⁸ Biologie VI. 230.

unzweiselhaft, dass eine Verschiedenheit oder ein Gegenstauwischen den Papillen der Zungenspitze und dem hinteren Thek der Zunge, oder zwischen dem Zungennerven und dem Zungeschlundnerven anzunehmen sey 1. Dass das Schmecken auch mandern Theilen des Mundes, namentlich dem Gaumen und da Lippen geschehen könne, haben viele, unter andern Blumbbach 2 und Treviranus 3, angenommen, andere dagegen, mentlich Rudolphi 4 in Zweisel gestellt, indem letztere die in die Behauptung der ersteren entscheidenden Beobachtungen af den Geruchs – Sinn zurückzusühren geneigt sind. Dass em sehr innige Verbindung zwischen dem Sinne des Geruchs mit Geschmacks statt sinde, ist keinem Zweisel unterworfen 5 und sicheint es mir denn gleichfalls, dass auf keinen Fall durch de Lippen, aber auch nicht durch den Gaumen ein eigentlichs Schmecken stattsinde.

Unter allen Thieren ist bei dem Menschen das Organ es Geschmacks am meisten ausgebildet, indem die übrigen sämmtchen Thierclassen entweder gar nicht schmecken, wie mutmasslich die Fische, Amphibien, Insecten und Würmer, obwunvollkommen, wie aus der dickeren Bedeckung ihrer Zung namentlich bei den Gras fressenden Thieren und aus den hometigen Hüllen der Papillen bei manchen Raubthieren genügen hervorgeht 6. Selbst bei den Hunden ist der Geschmacksinsehr unvollkommen, denn verwöhnte Scholshündchen fresse Brodt, wenn man es ihnen so darreicht, dass sie ein zugleich vorgehaltenes Stück Fleisch durch den Geruch wahrnehmen.

Die Warzchen der Zunge werden beim Hunger und bem Schmecken mehr aufgeregt, und zeigen größere Turgescen, erfordern aber, um gereizt zu werden, unmittelbare Benühmen und den Zustand der Feuchtigkeit, indem die trockene Zust nicht schmeckt. Ferner werden die verschiedenen Substant im Allgemeinen nur dann geschmeckt, wenn sie in Speide

¹ H. F. AUTENBIETH Handbuch der empirischen menschlichen hysiologie. Tübing. 1801. u. 2. III Th. 8. III. 112.

² Vergl. Auat. 2te Ausg. 8. 337.

³ Biol. VI. 226.

⁴ Grundriss d. Physiol. II: 98.. ..

⁵ Vergl. Geruch.

⁶ Die entgegengesetzte Behauptung findet sich bei Dums: Pries de Physiol. 2me ed. Par. 1806. IV Vol. 8. III. 448.

sunfgelöst oder damit vermengt mit, den, Papillen in Berührung sommen. Ob diese letzteren aber unmittelbar durch die Berührung gereizt werden, und auf diese Weise eine Empfindung erregen, oder ob eine chemische Einwirkung anzunehmen sey; ist schwer zu entscheiden. Bei manchen Substanzen, z.B. den fetten Oelen, ist nur eine geringe Auflösung im Speichel, und sonach schwerlich ein chemischer Einfluss auf die nassen Papillen anzunehmen, ohne dass dieses jedoch berechtigt, die Wirkungtart der Geschmacksnerven auf blosse Berührung, wie heim Tastsinne zurückzusühren. Rein chemisch kann indels der Process gleichfalls nicht seyn, und es bleibt also auch hier, wie überhaupt bei der Erklärung der Nerventhätigkeit noch vieles dunkel.

Es giebt höchst mannigfaltige und in ihren einzelnen Modificationen fast unzählbare Arten der Geschmäcke, welche von Manchen Individuen, z. B. Weinkennern bei der Unterscheidung der Weine und von Pharmazeuten bei der Bestimmung der Ingredienzien mancher Arzueien bis ins Unglaubliche unterschieden werden. Es ist daher unmöglich, sie alle einzeln zu bezeichnen, und man vermag nur gewisse allgemeine Classen anzugeben, wie dieses unter andern durch Linné geschehen ist. Kinder lieben meistens das Milde, und dieses ist in der Regel der Fall beim weiblichen Geschlechte, der Mann dagegen giebt mehr dem Scharfen und Aromatischen den Vorzug, das Alter kehrt zuweilen zum Milden zurück; im Allgemeinen aber hat die Gewohnheit auf den Geschmack einen sehr großen Einstus.

Der Geschmack gewährt endlich nicht blos Vergnügen, sondern nützt auch durch den Widerwillen gegen schädliche Substanzen, welche zu erkennen er gleichfalls dient. Er dauert unter den Sinnen oft ungeschwächt bis in das späteste Alter 2.

М.

¹ Sapor medicamentorum. In Amoon. Acad. II. 365. ff.

^{- 2} Th. Sommenance Abbildungen der menschl. Organe des Geschmacks und der Stimme. Fraukf. 1806 fol. Grundrifs der Physiol. von Rundern. Berl. 1821, II. 87. ff. Treviranus Biologic Th. VI. S. 225. ff.

Geschwindigkeit.

Celeritas; Velocitas; Vitesse; Velocity; Celerity; Swiftness.

Der Begriff der Geschwindigkeit wird erst dann gegeba, wenn eine Bewegung vorhanden ist, und entsteht aus der Vegleichung des von einem Körper durchlausenen Raumes mit de Zeit, welche hierzu erfordert wird. Es war daher unvermeillich, diesen Gegenstand bei der Untersuchung der Bewegungsesetze zugleich mit abzuhandeln, und dieses um so mehr, als me mehrere Prädicate der Geschwindigkeit beilegt, welche eigenlicher der Bewegung zugehören, z. B. gleichmässige, ungleich mälsige, gleichmälsig und ungleichmälsig beschleunigte u. s. w. Hier wird es also genügen das Wesentlichste von demjenigen was in der Physik über die Geschwindigkeit der Bewegungs aller Art festgesetzt ist, anzuführen und dabei auf dasjeniga was der Art. Bewegung bereits enthält, zu verweisen. Außedem aber kommen die Geschwindigkeiten verschiedener Selstanzen, z. B. des Lichtes, der Wärmestrahlung, der Elektrictät, der Geschützkugeln und vieler anderer einzeln zur Untesuchung.

Zuvörderst muß im Allgemeinen wiederholt werden, de es für die Geschwindigkeit kein absolutes Mals giebt, wie se die beiden Bedingungen derselben, nämlich für die Zeit wie den Raum, und in diesem Sinne fällt dann der Ausdruck eine absoluten Geschwindigkeit weg. Indels unterscheidet man desnoch, und zwar wegen des Gegensatzes nothwendig, eine ablute und eine relative Geschwindigkeit. Absolute Geschwindigkeit heisst dann der absolute Raum, welchen ein Körper's einer gleichfalls absoluten Zeit zurückgelegt hat, oder die abslute Geschwindigkeit wird dann gegeben, wenn man die Gris der von einem Körper in einer gegebenen Zeit durchlause Weges an und für sich und ohne Vergleichung mit diesen Grsen bei irgend einem anderen Körper nimmt. Alle Geschwidigkeiten an und für sich selbst sind diesemnach absolute, gegen nennt man sie relativ, wenn sie unter sich vergliches werden, also wenn zwei Körper sich einander nähern, oder von einander entfernen, wobei auch einer von beiden ruben kann. Wenn sich z. B. zwei Körper, der eine mit 2 F. GeSchwindigkeit in einem gleichen Zeitraume, der andere mit 6 F. Geschwindigkeit bewegen, so ist die relative Geschwindigkeit, womit sie sich einander nähern oder von einander entfernen, = 8 F. in der Zeiteinheit; wenn sie sich aber in der hämlichen Richtung bewegen, so ist die relative Geschwindigkeit nur = 4 F. und es würde also die doppelte Zeit erfordern, wenn sie sich einander nähern sollten 1. Das gense Problem, wann zwei mit ungleichen Geschwindigkeiten bewegte Körper auseinmenkommen, führt auf eine bekannte algebraische Aufgabe. Man nennt diese Geschwindigkeit auch die respective.

Da es kein absolutes Mals der Geschwindigkeiten giebt, so kann man in dieser Beziehung auch von keiner Bewegung sagen, sie sey eine absolut geschwinde oder langsame, und Brox 2 sagt mit Recht, dass es nichts an sich langsames oder geschwindes, eben so wenig als gresses oder kleines giebt, indem alle Bestimmungen hierüber relativ sind 3. Um so interessenter ist es, verschiedene Geschwindigkeiten neben einander zu stellen und zur keichteren Uebersicht auf ein gemeinschaftliches Mals des Raumes und der Zeit zu reductren, wie dieses unter anders durch Scholz 4 sehr vollständig geschehen ist. Wenn demmach 1 Bexagesimalsesunde shi Einheit genommen und der in dieser zurüskgelegte Raum in Pariser Fus ausgedrückt wird, so erhält man folgende Vergleichung der verschiedenen Geschwindigkeiten:

•				j			7	Fuls,
Mittlere	Gesol	hwindigl	keit der Flü	\$86	٠.	•	•	8 bis 4
	. ,	→ (- Do	hau	•	•	•	5 -6
	- des Amazonenflusses						•	7,3
	•		der Lin	th	•	· • '	· • ¹	11,6
Der schnellsten Strome selten							•	12,5
Des Wa	ssers	im Bagn	ithale * etw	* • '	•	•	•	32,0

¹ Hurros Dict. Art. Velocity,

² Traité III. 148 . . . il n'y a rien en soi de lent ou de rapide, non plus de grand ou de petit.

³ Vrgl. Bewegung Th. I. S. 929.

⁴ Anfangsgründe d. Physik Ste Aufl. Wien. 1827. S. 20. Bei den Abänderungen der aus jener Tabelle entnommenen Größen bin ich guten Autoritäten gefolgt, worüber an gehörigen Orten Rechenschaft gegeben wird.

⁵ G. LX. 881. LXII. 108.

		14
Des Windes bei mäßiger Stärke . 2	•	10,0
Des Sturmes	•	50,1
Der heftigsten Orkane i höchstens	•	120,
Des Schalles in der Luft bei 0°C. Temperatur.		1022,
Der in den leeren Raum stürzenden atmosph. Last	•	1200
Ein mit der Hand kräftigst geworfener:Stein etwa	•	50
Einer Bleikugel aus einer Windbiichse mit hunderth	ch	
comprimirter Luft, höchstens	•	654
Einer Büchsenkugel höchstens etwa		1500
Einer 24 phind. Kanonenkugel höchstens .	•	2300
Ein Panct der Erdoberfläche unter dem Aequator	•	1431,
Des Mittelpunctes der Erde in ihrer Bahn um die Son	ne	94825
Einer Schnecke		0,00
Einer Fliege beim gewöhnlichen Fluge mit angebl	ich	
600 Flügelschlägen in 1 Sec		5
Derselben, wenn sie gejagt wird und 4000 Flüg	el-	
schläge in 1 Sec. machen soll		29,
Des Falken, welcher von Fentaineblem, bie Malta	in	
weniger als 24 Stunden flog		74
Eines Adlers, welcher 15 Meilen in einer Stande s	u -	
rücklegen soll		95,
Einer Brieftaube, welche 50 Meilen in 2,23 Stund	en	
zurückgelegt haben soll		141,
Einer anderen Brieftaube, welche in 5 Stunden v	OD	
Lyon nach Littich (125 Lieues) flog		95,5
Eines Pferdes vor einem Fiacker:		12
Der Rennthiere vor einem Schlitten		25/
Des Luftballons, welcher von Paris, nach Rom	=	
176 Meilen in 22 Stunden flog	•	30. i
Eines geübten Schlittschuh - Läufers		364
Des gewöhnlichen Wallfisches (19 engl. Meilen	in	
einer Stunde)		123
Der balaena physalis (12 engl. Meilen in 1 Stunde)	•	163
		3,8
Eines schwimmenden Eisbären (1 Lieue in 1 Stund Eines Windhundes	16)	78,0
Trines Winduffudes	•	104

¹ Es gibt über die Geschwindigkeit der Luft bei Orkanes sed höhere Augaben, allein es ist die Frage, ob sie richtig sind.

. •	4
State of the state	· Fúls
Der englischen Ronnpferde, bei denen mar	1 engl.
Meile auf 2 Minuten rechnet	41,3
Des berühmten Rennpferdes Sterling oder Eclip	se, wel-
ches um 2000 Lstl. verkauft wurde und be	i einem
Sprunge 19 F. zurücklegte	78,0
- Ein Kameel, walches 12 bis 15 Meilen des !	legs zu-
rücklegen kann, eine Meile auf eine St	ınde ge-
rechnet	6,3
Schnellsegelnde Schiffe legen den Weg vo	n Calais " 1
mach Cork, eine Strecke von 500 engl. M	leilen in 🐪 🦠
48 Stunden zurück, dann ist die Geschw	indigkeit 14,0
Wenn man annimmt, dass ein rasch gehend	er Fuls-
gänger zwei Schritte in einer Secunde ma	cht, und
mit jedem Sehritte 23 F. zurücklegt, so	ist seine 🕟 🙃 ::
Geschwindigkeit in 1 Secunde	5,3
und er würde eine geographische Meile	in etwas :
weniger als 🛀 Stunde zurücklegen.	
Unglanbliche Geschwindigkeit mit Ausdauer von	erbunden, haben
in den neuesten Zeiten manche Wettläufer be	wiesen. So lief
FARGURARSON am 13ten Nov. 1821 im Hyde	-Park eine eng-
lische Meile in 246 Secunden, in 4 Abessten n	nit jedesmal 5 Mi-
nuten Ruhe, welches eine Geschwindigkeit ==	20,1 F. in 1 Sec.
gieht die engl. Meile zn 4056 6 Par R. gerei	hnet Dummer

Unglanbliche Geschwindigkeit mit Ausdauer verbunden, haben im den neuesten Zeiten manche Wettläufer bewiesen. So lief FARGURARSON am 13ten Nov. 1821 im Hyde-Park eine englische Meile in 246 Secunden, in 4 Abesteen mit jedesmal 5 Minuten Ruhe, welches eine Geschwindigkeit == 20,1 F. in 1 Sec. giebt, die engl. Meile zu 4956,6 Par. F. gerechnet. Duttar legte auf schlüpfrigem Wege 5 engl. Meilen in 28 Min. 45 Sec. zurück, also mit einer Geschwindigkeit von 14,3 F. in 1 Sec. Connernam ging in 53 Stunden einen Weg von 200 engl. Meilen, also gar keine Bubezeit angenommen. 5,2 F. in 1 Sec. Lieutenant Habenden ging am 18ten Nov. 1822 von Canterbury nach London, 57,5 engl. Meilen, in 10 Stunden, also 7,9 F. in 1 Sec. Ein Canadischer Indianer legt mit einer Last von 70 Et täglich 7 Meilen zurlick, ein Eilbote aber 16 Meilen.

Unter den Thieren ist die Geschwindigkelt und Ausdauer der Raubthiere, hauptsächlich in den asiatischen und africanischen Wüsten, defsgleichen des wilden Esels, der Giraffe, des Vogels Straus, wenn sie verfolgt werden, sehr ausgezeichnet, vielleicht aber wird kein Thier hierin den Hund übertreffen. Man sieht dieses schon am gezähmten gewähnlichen Hunde, dem Jagdhunde und Windhunde, hauptsächlich aber und bis zum Erstaunen am Schlittenhunde der nördlichen Völker. Nach-

richten hierüber enthalten unter andern vorzüglich die Reisbeschreibungen von Müllich und Cook, aus deuen Scorssti zibige ausgezeichnete Fälle entlehnt. Unter andern full es Schlitten mit Hunden vom Peter-Pauls-Hafen auf Kamtschith nach Bolsherietzkoi hin und zurück, und legte somit eine Strein von 270 engl. Meilen in 34 Tagen zurück, welches für 1 Sa. eine Geschwindigkeit von 4,4 F. gield, wenn man ger side für die Zeit der Ruhe rechnet, diese aber nur als die Hälfte ist ganzen Zeit angenommen, 8,8 F. Der Major BERM, Gouveneur von Kamtschatka, versicherte übrigens, dals nicht sela derselbe Weg in 24 Tage zurückgelegt werde, welches es Geschwindigkeit von 6.2 F., und auf die Zeit der Ruhe gerednet von 12,4 F. giebt; einmal sollte aber die Halfte dieses Weges in 23 Stunden zurückgelegt seyn, welches etwas über 81. in einer Secunde, ohne auf die Ruhezeit etwas zu rechnen, befrägt. Noch auffallender aber ist was Müllen erzählt, 1714 der Cosale MARKOFF einen Weg von 800 engl. Meika is 24 Tagen zurücklegte, welches ohne Rücksicht auf Ruhest eine Geschwindigkeit von fast 2 R. auf 1 Sec. giebt, und zich sowohl die Schnelligkeit, als vielmehr die Ausdauer jener Hund beweiset. Dabei gingen ihm zuletzt die Lebensmittel aus, dals mehrere seiner Hunde vor Hunger und Ermüdung und men, und den Uebrigen zur Nahrung dienten. Seine stärken Tagereisen betrugen 80 bis 100 Werste, welches den Tegs 12 Stunden gerechnet 7,6 F. für die Sec, beträgt. PARRY 2 . zählt von den arktischen Hunden, dass neun derselben mit & ner Last von 1611 &. (auf Schlitten) 1750 Yard in 9 Minute zurücklegten, welches eine Geschwindigkeit von 9,3 Par. F. einer Secunde beträgt.

Die Geschwindigkeit ist ferner entweder eine gleichlichende oder veränderliche, und im letzteren Falle entweder werminderte oder beschleunigte, welche beide wieder gleichmäßig oder ungleichmäßig, und selbst in dem verschieden Wechsel vermindert oder beschleunigt seyn können. Isten diese Untersuchung aber gänzlich mit der über die Bewegung

¹ An Account of the Arctic Regions, Lond. 1820, II Val. 5.

² Edinb. Journ. of Science. I. 188.

gesetze bereits angestellten zusammenfällt, so verweise ich hier olofs auf jene.

Sehr häufig wird von einer Anfangs - und einer End - Goschwindigkeit geredet, und zwar hauptsächlich, wenn die Geschwindigkeit der Bewegung eines durch große Kräfte bewegten Körpers durch den Widerstand des Mittels, in welchem er sich bewegt, fortwährend abnimmt, oder wenn die Bewegung ans dem Zustande der Ruhe durch stetig wirkende Kräfte entsteht, und daher mit Rücksicht auf das Gesetz der Trägheit steta beschleunigt wird. Die Untersuchung der Anfangs - und Endgeschwindigkeit kommt daher blos bei solchen Bewegungen vor, welche nach einem bestimmten Gesetze zunehmen oder abnehmen, und wobei im letzteren Falle ein Zustand der Ruhe erfolgt, im ersteren aber ein Uebergang zur gleichmässigen Bewegung eintreten kann, wenn der Widerstand des Mittels mit der beschleunigten Geschwindigkeit wächst, so dass beide zuletzt einander gleich werden. Insbesondere kommt die Anfangsgeschwindigkeit der Geschützkugeln bei den ballistischen Problemen in Betrachtung, weil durch diese sowohl die Höhe als auch die Weite des Wurfes hauptsächlich bedingt wird, die Untersuchung ihrer Endgeschwindigkeit gehört eben dahin als Grundlage zur Bestimmung des Effectes der geworfenen Körper, wobei alsdann für die Berechnung eine bestimmte Zeit der Bewegung oder ein bestimmter durchlaufener Raum angenommen wird; beides ist im Art. Ballistib bereits erörtert. die Anfangsgeschwindigkeit (weil man dieselbe meistens == 0 setzt), mehr aber die Endgeschwindigkeit kommt ferner in Betrachtung bei solchen Körpern, welche durch die stetig wirkende Kraft der Schwere in eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung versetzt werden oder fallen, es mag dieses Fallen ein freies oder auf vorgeschriebener Bahn, z. B. auf der geneigten Ebene oder in einer bestimmten Curve geschehen, wovon daher bereits in den Artikeln Fall und Ebene, geneigte, die Rede war; auch ist der Uebergang einer beschleunigten Geschwindigkeit in eine gleichmässige, bei Körpern, welche im lusterfüllten Raume frei herabfallen, bei der Untersuchung des ballistischen Problems schon berücksichtigt, wird ausserdem im Artikel Widerstand der Mittel nochmals näher betrachtet werden, und es genügt daher hier eine blos allgemeine Andeutung des Gegenstandes. Ist ferner die Geschwindigkeit eine gleichmäßig beschleunigte

oder eine gleichmäßig verminderte, so giebt das arithmetische Mittel aus der Anfangsgeschwindigkeit und aus der Endgeschwindigkeit die sogenannte mittlere Geschwindigkeit, und man kannes so ansehen, als ob'der Körper sich mit dieser während der ganzen Dauer seiner Bewegung gleichmäßig bewegt habe. Durchlauft z. B. din fallender Körper in der ersten Zeitsecunde 15 F., in der zweiten 45 F., so ist, wenn man eine ganze Secunde als Zeiteinheit annimmt, seine Anfangsgeschwindigkeit = 15, seine Endgeschwindigkeit = 45 und seine mittlere = 30; denn hätte er sich mit dieser gleichmäßig bewegt, so würde er in 2 Secunden = 2 × 30 = 60 oder 15 + 45 = 60 F. zurückgelegt haben 1.

Es giebt eine gewisse Geschwindigkeit, welche sehr allgemein und namentlich bei unzähligen Problemen der Mechank als Normalgeschwindigkeit angenommen wird, und daher noch kurz erwähnt werden muß, flämlich diejenige, welche ein frei fallender Korper in einer Sexagesimalsecunde, als Zeiteinheit angenommen, erhält. Wenn nämlich der Widerstand der Luft nicht statt findet, so fällt ein durch die Anziehung der Erde aus dem Zustande der Ruhe in Bewegung gesetzter oder fallender Körper in der ersten Secunde durch einen Raum von sehr nahe genau 15 Par. Fuss, und da die Schwere durch die der ganzen Erdmasse proportionale Anziehung erzeugt wird, folglich auch jene erstere unveränderlich seyn mus, so lange die beiden letzteren nicht verändert werden, so eignet sich der durch die Schwere erzeugte freie Fall der Körper sehr gut zu einer Normalbestimmung der Geschwindigkeit im Allgemeinen. Zwar ist die Schwere und somit auch die Fallgeschwindigkeit der Korper nicht überall auf der ganzen Erde gleich 2, allein wenn auch diese kleine Verschiedenheit bei einigen feinen Messungen berücksichtigt werden mus, so kommt sie doch in der ganzen technisch angewandten Mechanick gar nicht in Betrachtung, und man nimmt daher hierin allgemein 15 Par. F. als denjenigen Raum an , welchen ein frei fallender Körper in einer Secunde Sexagesimalzeit durchläuft, welcher dann sehr allgemein g. von einigen, namentlich französischen Gelehrten, auch 1 g genannt wird. Wenn aber 15 F. als der in 1 Sec. durchlaufepe

¹ Vrgl. Fall. Oben 8. 7.

² Vrgl. Schwere.

Raum angenommen wird, so ist klar, dals die mittlere Ge+ schwindigkeit, womit dieser unter Voraussetzung einer stets gleichmässigen Geschwindigkeit durchlausen seyn wiirde, der Zeit = 4 Sec. zugehört, und dass daher ein Körper mit der in einer ganzen Secunde erreichten Geschwindigkeit, diese als gleichmäßig voraussetzt, den doppelten Raum oder 30 F. durchlausen haben wurde. Je nachdem man also jenen Raum von 15 F. entweder g oder 4 g nennt, ist die mittlere, einer Sexagesimalsecunde zugehörige, Fallgeschwindigkeit c entweder: c == 2 g oder: c=g. Man kann daher auch, wenn t = 1 Sec. ist. pach beiden Bezeichnungen c = 2 g t oder c = g t setzen. Weil aber der Raum = s, welchen frei fallende Körper durchlaufen, dem Quadrate der Zeit proportional ist, oder s= gt2; $(s = \frac{1}{4}gt^2)$ und also $t = \sqrt{\frac{s}{g}}$; $(t = \sqrt{\frac{25}{g}})$, so ist für jede in Sexagesimalsecunden gegebene Zeit der Fallgeschwindigkeit nach beiden Bezeichnungen,

$$c = 2 \gamma s$$
 $c = \gamma 2 s$

welche Normalgeschwindigkeit dann zur Vergleichung mit andern Geschwindigkeiten dient. Ist aber nicht der Raum = s bekannt, sondern die dem freien Falle zugehörige Zeit, so dark man nur für den Werth von s die diesem gleiche Größe substituiren, und erhält dann wie oben:

$$c = 2gt$$
 $c = gt$

Es läßt sich in jedem vorkommenden Falle die Geschwindigkeit leicht durch Rechnung finden, inzwischen kann man auch die den verschiedenen Zeiten zugehörigen Geschwindigkeiten geometrisch construiren, und erhält dann die sogenannten Scalen der Geschwindigkeit, deren weitere Erörterung mir aber überslüssig scheint.

Der Ausdruck Winkelgeschwindigkeit (vitesse angulaire; angular velocity) muss hier noch erwähnt werden, obgleich die Sache selbst im Artikel Bewegung² schon erklärt

^{1 8.} BRANDES Lehrbuch der Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung fester und flüssiger Korper, Leipz. 1818. II Vol. 8. II. 33.

² Th. II. 8. 967.

ist. In der Hauptsache kommt die Winkelgeschwindigkeit da is Betrachtung, wo irgend ein Punct (oder mehrere vereinte Punct) eines Körpers sich um einen festen Punct bewegt, wie z. B. be der oscillirenden Bewegung eines einfachen oder zusammengsetzten Pendels oder bei der Umdrehung irgend eines Körpen um eine seste Axe, wobei jeder einzelne Punct desselben ein Kreis beschreibt, dessen Ebene auf die genannte Axe normalis Die absolute Gleichheit der Entfernung dieses Punctes von der Au oder die Festigkeit der Axe selbst, um welche die Bewegung st findet, ist keine nothwendige Bedingung für die Construction der Winkelgeschwindigkeit, indem es vielmehr schon genügt, wes beide nur in Beziehung auf die Bewegung als fest gedacht werde konnen, wie sie denn z. B. bei der Bewegung des Mondes um d nen Punct oder eine Axe in der Erde construirt werden km obgleich die Erde an und für sich nicht ruhet, vielmehr selbt eine gewisse Winkelgeschwindigkeit um einen Punct oder ein Axe in der Sonne hat. Das Wesen der Winkelgeschwindigke ist sehr einfach darzustellen. Indem nämlich die eitzelte Puncte des um eine feste Axe bewegten Körpers Kreise beschreiben, die Winkel aller Kreise von den verschiedenste Radien aber einander gleich sind, so beschreiben auch die einzelnen Puncte in gleichen Zeiten gleiche Winkel, und habet somit auch eine gleiche Winkelgeschwindigkeit. Weil aber die absoluten Geschwindigkeiten den durchlaufenen Räumen, bei der Kreisbewegung aber die durchlaufenen Räume oder Bogestheile den Radien direct proportional sind, so verhalten sich bei gleichen Winkelgeschwindigkeiten die absoluten Geschwindigkeiten direct wie die Radien, und die absoluten Geschwindig keiten dividirt durch den Abstand von der Umdrehungsaxe geben eine constante Große, welcher Quotient eben die Winkelgeschwindigkeit genannt wird. Uebrigens kann die Bewegs wobei die Winkelgeschwindigkeit untersucht wird, eine gleich mäßige oder eine ungleichmäßige, und im letzteren Falle # wohl eine beschleunigte als auch eine verminderte seyn, and ist nicht nothwendig, dass die Bewegung des Körpers in einen Kreise geschieht, welche namentlich bei den Planeten und ihre Trabanten nicht statt findet, nur muls der Theil des durchlafenen Raumes, für welchen die Winkelgeschwindigkeit untersucht wird, in einer Ebene liegen, oder als darin liegend angenommen werden. Die hier mitgetheilte allgemeine

Andeutung genügt in unmittelbarer Beziehung auf den untersuchten Ausdruck; eine nähere Betrachtung derjenigen Bewegungen, bei welchen die Winkelgeschwindigkeit verkomist, mit Rücksicht auf die bewegenden Kräfte und das erzeugte Moment der Bewegung, gehört in die Werke über die theoretische und angewandte Mechanik ¹.

Der Ausdruck: virtuelle Geschwindigkeit (vitesse virtuelle; virtual velocity) und Princip der virtuellen Geschwindigkeiten ist schon im Art. Bewegung² in sofern erwähnt, als dieser Gegenstand mit den allgemeinen Bewegungsgesetzen in genauester Verbindung steht, inzwischen erfordert die Vollständigkeit, hier nochmals darauf zurückzukommen, und nachzuweisen, in wiefern die Sache mit der Bezeichnung übereinstimmt.

Dasjenige, was die neueren Geometer unter virtuellen Geschwindigkeiten verstehen, und zur Auslösung oder Erläuterung sehr vieler statischen und auch mechanischen Probleme benutzen, findet sich vielleicht schon in den Schriften des Galiler 3 angedeutet, genauer und als höchst fruchtbar für die Statik wurde dasselbe aber erkannt durch Joh. Bernoulen, welcher seine Ausichten darüber im Jahre 1717 dem Pierre Varieron brieflich mittheilte, und dieser behandelte dann die Aufgabe zuerst ausführlicher 4. Nach ihm wurde das Princip der virtuellen Geschwindigkeiten benutzt durch p'Alembert 5, in höchster Eleganz und als Grundlage der gesammten allgemeinen Mechanik aber findet sich dasselbe dargestellt durch Lagrange 6, welchem alle späteren Geometer gefolgt sind. Seitdem nämlich findet man eine Anwendung dieses Princips in verschiedenen

^{1 8}ehr vollständig hierüber ist Posson Traité de Mécanique. Par. 1811. II Vol. 8. II. 62 ff. Eine kurze Uebersicht der hierzu gehörigen Bewegungsgesetze findet sich im Art. Reuegung. Th. I. 8. 967.

^{2 8.} Th. I. 8. 945.

⁸ Discorsi de Mecanica e Movimenti locali. Bologna 1655. Dial. III., prop. 2.

⁴ P. Varioson Nouvelle Mécanique. Par. 1725 II Vol. 4. Im. Sten. Absch. erwähnt Varioson die durch Branoulli erhaltene Mittheilung.

⁵ Traité de Dynamique. Par. 1748. 4.

⁶ Mécanique analytique. Par. 1811 u. 15. Il Vol. 1. I. p. 8. ff.

Werken über die Statik und Mechanik fester Körper, z. B. wa Extelwein 1, von Prony 2, welcher dasselbe sehr amführlich behandelt, und auch in dem Lehrbucke der Physik wa Leslie 3, theils ist dasselbe für sich als analytisches Probles behandelt namentlich durch Viscovatov 4, Grafen G. wa Buquoy 5 Fossombrony 6 und vielleicht durch andere, micht bekannt gewordene Gelehrte. Carnot: 7 verwirft die vituellen Geschwindigkeiten, weil sie als verschwindend klei angenommen werden, und setzt an deren Stelle geometriech Geschwindigkeiten. Dem neuesten Anhänger dieses Principa Lagrange 6, folgen, als hauptsächlich zu berücksichtigen, inbesondere La Place 9 und Poisson 10, dessen Darstellag

¹ Handb. d. Statik fester Körper. Berlin 1808. II Vol. 8.I. 8.4 und 77.

² Leçous de Mécanique analytique. Par. 1815. Il Tom. 41 p. 36. p. 199 ff.

^{. . 8} Elements of Natural Philosophy. Edinb. 1823. T. I. p. 110 s

⁴ Mem. de l'Acad, de Petersb. 1809. T. I. p. 175. Viscorum findet es unzulässig, dass LA GRANGE das Princip der virtuelles Geschwindigkeiten auf Bewegungen durch verschwindend kleine Riembeschränkt. Soll dasselbe indess auch für Bewegungen auf eine krummen Oberfläche gültig seyn, so ist dieser Zweck nothwendig.

⁵ Weitere Entwickelung und Anwendung des Gesetzes der intellen Geschwindigkeiten u. s. w. Leips. 1814. 8.

⁶ Memoria sul Principio della velocita virtuale. 4tc. Dim Schrift, welche sehr rar seyn soll, konnte ich nirgend erhalten.

⁷ Grundsätze der Mechanik u. s. w. Uebers. von C. S. Walk Leipz. 1805. 8. S. XII u. 125 ff.

⁸ Das Princip der virtuellen Geschwindigkeiten, wird von de Gaange, welchem alle übrigen folgen, wörtlich so ausgedrückt: in système quelconque de tant de corps ou points, que l'on veut, in chacun par des puissances quelconques, est en équilibre, et que donne à ce système un petit mouvement quelconque, en vertu du chaque point pareoure un espace infiniment petit, qui exprimera su tesse virtuelle, la somme des puissances, multipliées chacune presque que le point ou elle est appliquée, parcourt suivant le rection de cette même puissance, sera toujours égale à zero, en puissances, et comme positifs les petits espaces parcourus dans les sess de puissances, et comme negatifs les espaces parcourus dans les sess de opposé. a. a. O. I. p. 22.

⁹ Méc. Cel. Liv. I. nach Poisson Traité de Méc. I. 251.

¹⁰ Traité de Mécanique: I. 231 ff.

J. A. GRUHERT ¹ zum Grunde legt, jedoch in der Art, dals er das Problem auf eineyeigenthümliche Weise erläutert, und einem von ihm selbst aufgefundenen allgemeinen Beweis desselben aufstellt. Die Sache selbst ist im Wesentlichen folgende.

Wenn irgend ein, durch mehrere entgegengesetzte Kräste sollicitister Punct A vermöge des Gleichgewichts dieser Kräfte Fig sich im Zustande der Ruhe befindet, und es wird ihm die verschwindend kleine Bewegung A a mitgetheilt, so drückt diese Linie Aa die virtuelle Geschwindigkeit des Punctes A aus. Fället man das Perpendikel ap auf die Richtung der einen von den ihn sollicitirenden Kräften, so ist Ap die virtuelle Geschwindigkeit des Punctes A in Beziehung auf die Richtung der Kraft R. welche also in diesem Falle positiv ist, negativ dagegen, wenn Fig die Bewegung der Richtung jener Kraft entgegengesetzt ist. Um diese Sätze allgemeiner auszudrücken, seyen X; Y; Z die drei Fig. Coordinatenaxen zur Bezeichnung der Puncte im Raume, m A; 207. m' A'; m" A" die Richtungen der verschiedenen Krafte, die in den Puncten m; m'; m' angebracht sind, und diese, welche auf irgend eine Weise unveränderlich mit einander zusammenhängen, zu bewegen streben; wobei es der Fall seyn kann, dass einige dieser Puncte auf gegebenen geraden oder gekrümmten Oberslächen zum Theil ruhen, andere ganz unbeweglich sind. Wird dann diesem Systeme von Puncten eine verschwindend kleine. Bewegung mitgetheilt, so dass der Punet m nach n, der Punct m' nach n', der Punct m' nach n'' rückt, so sind die verschwindend kleinen geraden Linien mn; m'n'; m''n'' die den Puncten m; m'; m''.... zugehörigen virtuellen Geschwindigkeiten. Fället man aber von diesen Punctenn; n'; n' die Perpendikel na; n'a'; n' a'' auf die Richtungen der sollicitirenden Kräfte m A; m' A'; m" A" , so bezeichnen diese die virtuellen Geschwindigkeiten der Puncte m; m'; m''.... rücksichtlich auf die Richtung der Krafte. Werden dann die absoluten sollicitirenden Kräfte durch P; P' P'.... die virtuellen Geschwindigkeiten in Beziehung auf die Richtung dieser Kräfte durch p; p'; p".... bezeichnet, wobei also ma = p; m'a' = p'; m''a'' = p''..... sowohl positiv als auch negativ seyn können, so erhält man folgenden Ausdruck für das Princip der virtuellen Geschwindigkeiten: Wenn

¹ Statik fester Körper. Halle 1826, & 186 ff.

IV. Bd.

Sie Kräfte P; P'... im Gleichgewichte sind, soit is Summe dieser Kräfte multiplicirt mit den ihnen zugehörigen in treellen Geschwindigkeiten ihrer Angriffspuncte gleich Kull; is im analytischen Ausdrucke

 $P_P + P'_P + P''_P = 0$

Umgekehrt kann man auch sagen: Die Kräfte P; P'... sind im Gleichgewichte, wenn dieser analytische Ausdruckfit alle verschwindend kleine Bewegungen gilt (also auch die vorgeschriebenen Bahnen), welche man dem Systeme der Argriffspundte m; m'... geben kann.

Da es hier eines schulgerechten geometrischen Beweises is Princips der virtnellen Geschwindigkeiten, wie ihn z. B. Girwent gegeben hat, nicht bedarf, der eigentliche Erfinder deselben in seiner neuesten Gestalt, Lagnange, dasselbe ohnem els einen ersten Grundsatz der Statik aufgestellt hat, wofürs auch von La Place, Potsson und andern genommen is, and die Gültigkeit desselben ohnehin leicht in die Augen fill, so begnüge ich mich zu größerer Deutlichkeit seine Anwender nur in einem einzigen Beispiele zu zeigen 2. Es sey also de Fig geometrische Hebel DE gegeben, dessen Umdrehungspunct 208. C liegt und auf welchen die Kräfte m A = P und m'A'=1 in den Angriffspuncten m und m' wirken. Erhält dieser liebt eine verschwindend kleine Bewegung, so rücken die Puncte und m' nach n und n', und für den Zustand des Gleichgewicks findet die Gleichung statt

 $P_p + P'_p = 0$

worin p und p' die virtuellen Geschwindigkeiten in Bezug die wirkenden Kräfte P und P' sind. Hierbei ergiebt sich, die virtuellen Geschwindigkeiten in diesem Falle einander gegengesetzt sind, und indem p positiv genommen wird, m' p' negativ seyn. Bei dieser Bewegung sind die Winkel m' p' negativ seyn.

mn:Cm = m'n':Cm'.

Fället man die Perpendikel na; n'a' auf die Richtungen der Kris

¹ a. a. O. S. 192 ff.

² Nach Poisson. a. a. O. 8. 253.

' und P' oder ihre Verlängerungen, so hat man

p == ma; p' == - m'a'.

Man fälle ferner die Perpendikel Cb; Cb' auf die Richtung der ewegenden Kräfte oder ihre Verlängerung und setze Cb=q; b'=q'. Werden dann die verschwindenden Bogentheile mn ind m'n' als geradlinige Perpendikel auf die Hebelarme Cm; m' betrachtet, so sind die Dreiecke Cb m und mna; Cb'm' ind m'n'a' einander ähnlich; woraus folgt:

$$ma = \frac{mn}{Cm} Cb; \quad m'a' = \frac{m'n'}{Cm'} Cb'$$

ınd also

$$p = \frac{mn}{Cm} q ; \qquad p' = -\frac{m'n'}{Cm'} q'.$$

Werden diese Werthe in die Gleichung für das Princip der virnellen Geschwindigkeiten unter Voraussetzung des Gleichgewichts substituirt, und die nach dem oben angegebenen Verhältnisse, nämlich mn: Cm = m'n': Cm', gleichen Factoren weggelassen, so erhält man:

$$P q - P' q' = 0$$

woraus folgt, dass die das Gleichgewicht beim Hebel gebenden Kräfte P und P' im umgekehrten Verhältnisse der Perpendikel vom Unterstützungspuncte auf die Richtung der bewegenden Kräfte stehen, oder

$$P:P'=q':q$$

Ist also das Princip der virtuellen Geschwindigkeiten als durch sich begründetes Axiom zu betrachten, oder geometrisch vollständig bewiesen, so liefert es zugleich einen directen vollgültigen Beweis des bekannten, für den mathematischen Hebel gültigen Gesetzes.

Außerdem kann bei den verschiedenen Untersuchungen der Mechanik die Geschwindigkeit der erzeugten Bewegungen noch verschieden bezeichnet werden, z. B. die reducirte Geschwindigkeit, wenn man dieselbe auf eine bestimmte Richtung oder Bahn eines Körpers bezieht, die resultirende Geschwindigkeit, welche aus verschiedenen zusammengesetzten Geschwindigkeiten entsteht u. dergl. m., allein diese Ausdrücke versteht man leicht ohne weitere Erklärung. Bei der Construction der Maschinen ist es ein Gegenstand großer Wichtigkeit, zu bestimmen, mit welcher Geschwindigkeit sich die einzelnen Theile dergelben bewegen. Allgemeine Untersuchungen hierüber hat

hauptsächlich Robison 1 angestellt, specielle Betrachungen deselben in Beziehung auf die einzelnen Maschinen finden sich is den Werken über die praktische Mechanik, woranf ich hier weweisen muß. Ein Werkzeug, womit allgemein die Geschwickeit einer bewegten Maschine gemessen werden soll, Tackmeter genannt, erfüllt seinen Zweck nicht vollständig 2.

G, e, s i c. h, t. '

Sehen; Visio, Visus; Vision, vue; Vision, sight; bezeichnet diejenige Afficirung des Auges durch das Licht, ver moge welcher die lebenden Wesen die Anwesenheit des Lichte und erleuchteter Gegenstände überhaupt wahrnehmen, insbesodere aber über Form, Größe, Entfernung, Farbe u. s. w. der anben Dinge zu urtheilen in Stant gesetzt werden. Zum eigentliche Sehen ist daher nicht bloss das Auge in dem erforderlichen & stande der Thätigkeit und eine genügende Stärke des Lichtes forderlich, sondern auch dass das eigenthümliche Licht selbe leuchtender Körper in das Auge dringe, und dals die bloke leuchteten auf die sogleich näher zu erläuternde Weise ein Bil im Auge erzeugen. Dass irgend ein anderes Organ durch Licht auf eine solche Weise afficirt werden konne, als erfordefin ware, um die Functionen des Auges zu ersetzen; davon ist bis ett noch kein genügend begründetes Beispiel bekannt, und wen gleich verschiedene Personen durch gesteigerte Empfindliche des Gefühls die Beschaffenheit, Form und auch wohl Farbe it ler Gegenstände vermittelst des Betastens zu unterscheiden 18mochten 3, so ist doch dieses keineswegs ein Sehen zu nennes die zuweilen verbreiteten Erzählungen von einem wirkliche Sehen durch andere Organe sind aber bei genauerer Union chung stets falsch befunden . Eine allgemeine Empfindliche

¹ System of mechanical philosophy. Ediab. 1822. IV Fall. 11. 282.

² Vrgl. Tachemeter,

³ S. Gefühl.

⁴ Das neueste Beispiel dieser Art ist das der Mac-Evor S. ins. of Phil. X. 286, Vrgl. G. LVIII. 224. Am bestimmtesten gegen so manch ungenügende Behauptungen der letzteren Zeit äußert sich hieribn Ruddung Grundr. d. Phys. II. 69.

des Gefühls aber, wovon z. B. Diest 1 erzählt, daß er durch eine feine Empfindung heiteres Wetter von trübem genau unterscheidem könne, ist keineswegs ein Sehen zu nennen. Bei den werschiedenen Thierdassen zeigen sieh mancherlei Modificationen des Sehens, welche aber hier nicht erörtert werden können, und der Physiologie überlassen bleiben, indem hauptsächlich nur von dem Afficietwerden und der Thätigkeit des menschlichen Auges die Rede seyn kann.

Die Begriffe der Alten vom Sehen waren sehr unrichtig. Nach der Meinung der Platoniker und Stoiker gehen Lichtstrahlen vom Auge aus, treffen andere vom Objecte kommende, und dasselbe sichtbar machende Strahlen, und kehren von hier mit dem Gefühle der Gegenstände wieder zurück. Diese Meinung vertheidigte noch ROGER BACO 2. Die Epikureer dagegen liesen kleine Bilderchen von den Objecten ausströmen, womit auch die Peripatetiker übereinstimmten, mit der Ausnahme, dass die Bilderchen unkörperlich seyn sollten. Amistoteles sagte bloss, es musse ein unkörperliches Wesen das Sehen bedingen, und das durch das Auge Wahrgenommene sey nicht die Materie selbst, sondern nur ein Schein derselben, wie der Abdruck eines Siegels in Wachs. Letzterer Ausdruck wurde von seinen Schülern wörtlich genommen, und sie sagten daher, die Objecte machten einen Eindruck auf die zunächst liegende Luft, diese auf die angrenzende, und so fort bis zur Krystallinse, welche ihnen das Hauptorgan des Sehens zu seyn scheint 3. Diese Meinung erhielt sich sehr lange, namentlich beim ORIBAsius 4, Celsus 5 u. a. Die Meinung des Aristoteles stimmt mit der von Cantesius gehegten ziemlich überein; denn dieser glaubte, das Sehen werde vorzüglich erzeugt durch die Schwingungen eines im Auge befindlichen, durch das Licht erregten ätherischen Mediums, welche durch die feinen Nervenfasern dann zum Sensorium kämen, die Sonne drücke gegen den überall verbreiteten seinen Aether, und die hierdurch von den Objecten

¹ Tractutus de matura corporum. C. 28 a. 7.

² Opus maius. p. 289.

⁸ Hierin kiegt eine Uebereinstimmung mit der Meinung derjenigen, welche das Sehen für gleichartig mit dem Hören halten wollen.

⁴ Opp. omn. ed. Rosarii. S'Tom. Basil. 1657. 8. I. p. 32.

⁵ De Med. lib. VII. c. 7. n. 13.

ausgehenden Schwingungen würden his zum Sensorium fatgepflanzt.

Was das Auge rücksichtlich des Sehens leiste, und as welche Weise dieses geschehe, darüber kann bei richtige Kenntniss der optischen Gesetze kein Zweisel obwalten. Allgemeinen ist das Auge als eine camera obscura hen, wie zuerst J. B. PORTA 1 fand. Indels kannte dieser der Bau des Auges nicht genügend, und hielt daher die Pupille & die Oeffnung, durch welche das Bild auf der Linse gebilde KEPLER 2 verbesserte diesen Irrthum dahin, dass e die Netzhaut als die Wand annahm3, auf welche die durch de Krystalllinse nach optischen Regeln erzeugten Bilder fielen, und seine Kenntniss dieser Sache war so genau und vollkommes, dass er auch die Wirkung der Hohl- und Convexgläser für kurzsichtige und weitsichtige Augen nachwies 4. Eine unbestimme Andeutung dieser Sache findet sich indes schon bei VESALI! Obgleich hiermit die Sache vollständig erklärt war, so erwah sich dennoch Scheiner im Jahre 1625 das große Verdienst, dien Wahrheit durch einen entscheidenden Versuch fester zu begründen, indem er vorzüglich an Augen von Ochsen und Schafes. aber auch an einem menschlichen Auge die hinteren Häute ablösete, und dann die Bilder der Gegenstände auf der Netzhant wahrnahm 6.

Nach Kepler's richtiger Theorie werden die von den ge-Fig. sehenen Objecten ausgehenden Lichtstrahlen SSS in Gemäß-209 heit der Brechnungsgesetze für durchsichtige Medien mit krusmer Oberfläche 7 nach ihrem Durchgange durch die durchsick-

¹ De refractione, optices parte libri IX. Neap. 1583. 4.

² Paralipomena ad Vitellionem. Frkf. 1604. 4. cap. 5. Dispt. prop. 60.

³ Ueber die Theile des Auges. S. Auge.

⁴ Klügel zu Priestley's Geschichte d. Optik. 8. 68.

⁵ De humani corporis fabrica libri septem. Basil. 1543. Fd. p. 517.

⁶ SCHOTTI Magia univers. p. 87. C. SCHEINER Oculus, sive fundamentum opticum, in quo radius visualis eruitur, sive visiori in oculo sedes decernitur, et anguli visorii ingenium reperitur. Lond. 1652. 4 p. 176 ff.

⁷ S. Brechung des Lichtes, Th. I. S. 1129. und hauptsächlich Zinzengläser.

tige Hornhaut in der wässerigen Feuchtigkeit der Axe des Auges zugebrochen, durchkreuzen sich in der Linse I, und erzeugen ein verkleinertes, verkelites Bild s's s ; auf der Retina. fern die Linse sich wirklich im Auge befindet, eine jede Linse aber von sehr weit im Verhältniss ihrer Dicke entfernten Gegenständen ein Bild in ihrem Brennpuncte erzeugt, so muß nothwendig auch die Linse des Auges ein Bild hervorbringen, welches den Messungen zu Folge gerade die Netzhaut trifft 1. Dieses ist schon früher durch Klügel 2 berechnet, am kürzesten und vollständigsten aber durch HUTTON 3. Nach diesem ist in englischen Zollen 4 der Halbmesser der Krümmung der Cornea = 1 Z. = r; das Verhaltniss des Sinus des Einfalls aus der Luft zu dem der Brechung in der wasserigen Flüssigkeit = 4: 3 == m: n; und indem nun die Brennweite für parallele oder weit entfernte Strahlen = $\frac{m r}{m-n}$ ist, so giebt dieses für diese erste Brechung 14 Z. Die so convergirenden Strahlen erreichen die Krystalllinse, und würden also nach Abzug der Dicke der wasserigen Flüssigkeit in einer Entfernung von 1,228 Z. hinter derselben sich vereinigen. Es sind aber die Krümmungshalbmesser der Flächen der Krystalllinse, der vorderen = ‡ Z.; der hinteren = \ Z.; und das Verhältnis des Sinus des Einsalls aus der wasserigen Flüssigkeit zum Erechungssinus in der Krystalllinse nach Versuchen = 13: 12. Indem also r = 1; d =

1,228; m = 13; n = 12 ist, so findet man die Brennweise hinter der vorderen Seite der Linss = $\frac{m dr}{m d - n d + n r}$ = 1,02 Z.

Die convergirenden Strahlen erreichen die gläserne Feuchtigkeit hinter der Linse, deren Fläche einem mit einem Krümmungshalbmesser = ‡ Z. ist. Indem nun das Brechungsverhältnifs für diese = 12:13 ist, so giebt die nämliche Formel

 $\frac{m d r}{n d - m d + n r} \text{ die Brennweite hinter der Linse} = 0.6 Z.$

¹ MARTIN'S New Elements of Optics. V. 50. Dessen Philosophia Britannica, Deutsch. Uebs. III. 35.

² Priestley Gesch. d. Opt. S. 465. Vrgl. Olbers diss. de Oculi mut. ipt. p. 5.

⁸ Dict. I. 506.

⁴ Die Angaben der Dimensionen it Par. Z. S. Auge. am Ende.

nahe genau, wenn hierin nach Abzug der Dicke der Line d=0,82 gesetzt wird. Es ist nämlich die Dicke der Linse mehr genau = 0,2 Z., und die Entfernung derselben von der Reim gleichfalls durch Versuche nahe = 0,6 Z. gefunden, would also das Bild auf die Netzhaut fallen muß.

Eine weiter unten vorkommende Frage über die Moghekeit des Sehens unter Wasser veranlasste mich vor einigen 14 ren, den Abstand der Cornea von der Netzhaut nach den m Art. Auge angegebenen genauen Bestimmungen der Krümmugen und der lichtbrechenden Kraft der verschiedenen Theile le Auges zu suchen, woraus dann gleichfalls mit Evidenz herregeht, dass die Bilder derjenigen Gegenstände, welche' sich is 10 Par. Z. Abstand vom Auge befinden, die Netzhaut trefin müssen 1. Ist nämlich in Par. Mals der Halbmesser der Cornea . . . = e = 3~,3 der Halbmesser der vorderen Linsenstäche $r = 3^{"}.0$ der Halbmesser der hinteren Fläche derselben = r' = 2",3 der Abstand der Linse von der Cornea . = • = 1",3 die Dicke der Linse $= b = 2^{n}$ das Brechungsverhältnis aus Luft in die wässerige Feuchtigkeit . . = n : 1 = 1.33aus der wässerigen und gläsernen Flüssigkeit in die Krystalllinse so ist der Vereinigungspunct der in das Auge fallenden Licht-

·=n:1=1.08 strahlen bekanntlich

$$f = \frac{n d \varrho}{(n-1) d - \varrho}.$$

Um dann den Vereinigungspunct der auf diese Weise convergirenden Lichtstrahlen hinter der hinteren Fläche der Krystalffine = z vermöge der Wirkung deser letzteren zu finden, sey

$$x = f - a$$

und der der Kürze wegen

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{m \, r \, r' - (m-1) \, r' \, b}{(m-1)m \, r - (m-1)^2 \, b + (m-1) \, r'}$$
so ist $z = \frac{\alpha \, x - n' \, b}{\beta \, x - (m-1) \, r \, b + m \, r \, r'}$

¹ Gilb. Ann. von Poggenforf LXXVIII. 261. Da dieser Gegesstand so oft in Betrachtung lymmt, so trage ich kein Bedenken, 🛎 Hauptsachen aus joner Abhanllung hier herzusetzen.

und der Abstand der Netzhaut von der Cornea == z + a' + bi Die numerische Rechnung giebt

$$f = 16''',3982 ; x = 15''',1482$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{7,6225}{0,2779} ; z = \frac{100,467}{11,53824} = 8,707$$

also z + a + b oder der Abstand der Hornhaut von der Netzhaut = 11,957 Par. Duodecimallinien, welches so genau mit der Dicke des Auges übereinstimmt, als bei der Schwierigkeit in der Bestimmung der den Berechnungen zum Grunde liegenden Größen nur erwartet werden kann 1.

In Uebereinstimmung hiermit haben nicht blofs Schutwer; sondern auch viele Anatomen späterhin Bilder der, vor dem Auge befindlichen, Gegenstände auf der Retina wahrgenommen, and namentlich hat Macendie 2 mit den Augen der Kakerlacken, weißen Kaninchen u. a. Versuche dieser Art angestellt, bei tienen die Abwesenheit des schwarzen Pigments der Choroiden die Wahrnehmung der Bilder auf der Retina gestattet. Bei so allgemein bekannten und unleugbaren Thatsachen verdient die Behauptung des Nic. THEOD. MÜHLIBACH 3 keine ernste Berücksichtigung, wenn er die Anwesenheit des Bildes auf der Retine ganz leagnet, noch weniger die Hypothese von Lemor 4, wonach das Bild nach den drei Dimensionen der Körper in der gläsernen Feuchtigkeit entstehen soll; vielmehr hat man seit KEPLER im Allgemeinen nicht mehr gezweifelt, dass das auf die angegebene Weise erzeugte Bild Ursache und Bedingung des Sehens sey.

Gegen diese Theorie erhob zuerst Mariotte deswegen Zweifel, weil er die Stelle des Sehnerven, wo er ins Ange eintritt, unempfindlich fand. Schon 1668 wurden Versuche, um dieses zu beweisen, in Gegenwart des Königs von England angestellt. Man befestigt an einer dunkeln Wand in der Höke

¹ Eine Formel zur Berechnung der Brennweite der Krystallfinse mit Rücksicht auf die angleiche Dichtigkeit ihrer Lagen von Pouutzer findet sich in Bullet. de la soc. Philom. 1826. Jan. p. 6.

² Mem. sur l'usage de l'épiglette. Par. 1818. 8. p. 27 - 86. Précis élem. de Physiol. Par. 1816 u. 17. II Vol. 8. I. 59.

⁵ Inquisitio de visus sensu. Vindob. 1816. 8.

⁴ Brugnatelli Giorn. Dec. II. IV. 161.

⁵ Ocuvres. p. 496. Phil. Trans. T. II. J. 1668. p. 668. Acta Erud. 1683 p. 68.

des Auges ein rundes Papier; rechter Hand von demselben etwa zwei Fuls weit und etwas niedriger ein zweites, stellt sich dem ersteren gegenüber, blickt es mit dem rechten Auge, da linke geschlossen, gerade an, und bewegt sich langsam, rückwän, so wird, wenn man etwa bis 10 F. Abstand gekommen ist, das zweite vellig verschwinden. Picano und Le Car haben diesen Versuch auf verschiedene Weise sinnreich abgeändert. Am bängsten wurde derselbe, um heide Augen zugleich zu prüsen, auf folgende Weise angestellt. Man befestigste an eine dunkele Wand drei Fig. Stücke Papier B, A und C, die letzteren beiden etwas niedrige in einem Abstande von etwa zwei F!; stellte sich gerade vor da mittlere, ging allmälig, das eine Auge geschlossen, das andere seitwarts nach dem Papiere A oder C gerichtet, welches dem geschlossenen Auge gegenüber lag, bis etwa zur, fünffachen Entfernung des Abstandes der Papiere von einander, rückwärts, und fand dann B verschwindend, während A und C beide sichtbar bliebes Man glauhte, dass dann das Bild von B gerade die Stelle de Sehnerven bei seinem Eintritte in das Auge treffe, und wegen der Unempfindlichkeit desselben an dieser Stelle verschwinde Man kann die Erscheinung auf eine nech einfachere Weise ahalten, wenn man zwei Puncte etwas über einen Zoll weit von einander auf Papier zeichnet, für das rechte Auge den rechts liegenden etwa eine Linie über der horizontalen Ebene des andem and mit kleinen Puncten umgeben. Wird dann das linke Auge geschlossen, das rechte scharf auf den links liegenden Pand geheftet, und das Blatt Papier dem Auge bis etwa auf 5 Z. genähet, so verschwindet der rechts liegende Punct, aber nicht die kleinen ihn umgebenden 1. Die Anwesenheit einer unempfindlichen Stelle der Netzhaut ist durch unzählige Wiederholungen dieses leichten Versuches bewiesen. LE CAT 2 und DAE. BEE-MOULLI 3 suchten Ort und Große derselben zu bestimmen. Letterer fand, der Fleck sey ein Kreis + vom Durchmesser des garzen Auges haltend, und 2 dieses Durchmessers von dem der Pupille gerade gegenüberliegenden Puncte abstehend. Sehnerv gerade in der Mitte des Auges ein, so würden wir

¹ Vergl. Ponkings. Beiträge, sur Kenntnise des Schens is subjectiver Hinsicht. Prag. 1819. 8. 70.

² Traité des sens. Rouen, 1740. 8. 8. 171.

⁸ Comment. Acad. Petr. I. 814.

alle Gegenstände, seiner Meinung nach, durchlöchert sehen, so aber werde die Aufmerksamkeit vorzüglich auf die in der Mitte liegenden Gegenstände gerichtet, und auch beim Sehen mit einem Auge werde das, durch diesen Fleck verschwindende Aurch die Einbildungskraft supplirt, Die physische Ursache der Erscheinung erklärt sich indels nach Rudolphi 1 leicht daraus, dass an dieser Stelle die Centralarterie befindlich ist, folglich die Nerventhätigkeit fehlen muß.

Inzwischen wollte MARIOTTE dieser Entdeckung wegen die Retina, zumal sie durchsichtig ist, für unempfindlich gegen das Licht erklären. Dagegen suchte er die Ursache des Sehens in der Aderhaut, welche er vorzüglich deswegen für empfindlich gegen das Licht hielt, weil die Iris, als Fortsetzung dersel-.ben, sich durch den Lichtreiz zusammenziehe². Meny ³, Le CAT 4, MICHEL, WALKER REID 6, BRIGGS 6 u. a. traten dieser Meinung bei, und LE CAT wollte die dünne Hirnhaut überhaupt für den Sitz aller Empfindungen angesehen wissen. PECQUET 7, DE LA HIRE 8, PERRAULT 9 u. a. dagegen vertheidigten KEPLER'S Meinung, weil die Nerven überhaupt Bedingung des Empfindens wären. HALLER 10 zeigte zuerst sehr gründlich, dass MA-BIOTTE's Versuch nichts gegen die Thätigkeit der Retina beweise, indem an sener unempfindlichen Stelle überhaupt keine Retina, sondern eine weiße cellulose Haut sey, welche immerhin unempfindlich gegen das Licht seyn könne, ohne dass sich die Unempfindlichkeit der Netzhaut überhaupt daraus folgern lasse. Die Aderhaut sey dagegen zur Erzeugung einer Empfindung, wie die des Sehens, untauglich, weil sie nicht Nerven genug habe. ZINN 11

¹ Phys. II. 210.

² Phil. Trans. IV. 8. 1023.

⁸ Mem de l'Ac. 1704.

^{. 4} Traité des Sons p. 176.

⁵ Priestley Gesch. d. Opt. 149. ff.

⁶ Phil. Trans. II. p. 669.

⁷ Phil. Trans. XIII. 171.

⁸ Accidens de la vue. Par. 1694. Mém. de l'Ac. 1709. p. 94.

⁹ Phil. Trans. XIII. p. 265. Priestley Gesch. d. Opt. p. 146; we die verschiedenen Gründe für und wider zusammengestellt sind.

¹⁰ Elementa Physiologiae corpor hum. VIII. Vol. Laus. 1757 — Bern. 1766. 4. V. 477.

¹¹ Descript. anat. oculi hum. p. 87.

bemerkt gleichfalls, dass die Aderhaut keine Fortsetzung der dien nen Haut des Sehnervens sey, auch nicht mit der dünnen Him haut unmittelbar zusammenhänge; vielmehr finde man bed durch ein zelliges Gewebe von einander abgesondert.

M. W. PLAGGE¹ läßt das Auge wie einen Spiegel wirk and meint, das von demselben zurückworsene Bild sey du gentliche Object des Schens. Mit Recht bestreitet MATE diese abentheuerliche Meinung, worauf der Erfinder durch gemeine Erfahrung geführt zu seyn scheint, dass jedes Au vermittelst seiner blanken Oberfläche als Kugelspiegel wirkt, ein verkleinertes Bild der vor ihm liegenden Gegenstände refetirt, welches nach bekannten optischen Gesetzen 8 scheine hinter die spiegelnde Fläche fällt. Allein abgesehen von dies Täuschung könnte überall durch Spiegelung kein Bild ins An kommen, und konnte daher sowohl einerseits das Gespiegelte wa Auge überhaupt nicht gesehen werden, als auch anderntheit wenn es die einzige und nothwendige Bedingung des Sehes wäre, das durch Amaurose und Katarakte verdunkelte Auge mi -dem gesunden gleich gut sehen müßte, weil beide gleich witkommen auf der Oberstäche spiegeln. Auch J. READEA tritt die ser eben genannten Meinung mit der Modification beis dels de Nerven der Cornea dem Sensorium die Empfindung dieses Bilden geben sollen. Vorher sucht er noch mit weit mehr Dreistigkel als Bescheidenheit gegen die vielen Anhänger der Kepler'schen Theorie diese letztere durch Gründe und Folgerungen aus Vasuchen zu widerlegen, deren Unhaltbarkeit jedem grundlichen Optiker sogleich auffallen mufs. Eben so wenig hakbar ist aber auch MATER's Hypothese 5, wonach das Auge als Hohlspiegel wirken soll, eine Idee, welche übrigens vorlängst schon Pu-RESC 6 gesagt, aber als unhaltbar wieder aufgegeben hat. Einer theils ist nämlich die Retina nichts weniger ale hinlänglich blak, um durch Reflection ein Bild zu erzeugen, anderntheils milst

¹ Meckel's Archiv V. 97 - 105. V.II. 213 - 220.

² Ebend. VI. 56.

^{\$ 8.} Spiegal.

⁴ Ann. of. Phil. XV. 260.

⁻⁵ Meckel Arch. VI. 66,

⁶ Vita Nic. Claud. Peirescii auct. P. Gassendo. Hag. 1655.

ja auch das Bild, wenn es wirklich durch Spiegelung erzeugt wäre, durch ein anderes Organ wieder aufgefangen und wahre genommen werden, indem dasselbe in der Wirklichkeit nicht hinter den Spiegel fällt, sondern sowohl optisch, als auch aigentlich vielmehr vor denselben. Prinzsc und nach ihm An-DREW Hong I lassen daher das Bild gegen den Glaskörper reflectiet werden, und von hier aus auf den Sehnerven wirken; allein auch diese Hypothese ist aus den angegebenen Gründen unhaltbar.

Aus verschiedenen andern Gründen hat neuerdings auch CAMPUSUS 2 gegen Kerlea's Theorie des Sebens Einwendungen gemacht, welche unterschiedenen Physiologen mit Unrecht won Bedentung zu seyn schienen 3. Dem wesentlichen Inhalte seiner Argumente nach leugnet er nicht, dass ein herausgenommenes Ange, wean man die hinteren Theile bis auf die Markhaut wegnimmt, und eine, reflectirende Fläche an deren Stelle halt, auf dieser ein Bild eines vor der Pupille befindlichen Gegenstandes bildet, allein es sollen hierbei die Bedingungen anders als im unnveränderten Auge seyn. Damit ein Werkzeug Bilder etzeuge setzt er nämlich zwei Bedingungen fest, nämlich 1. dass es die vom Gegenstande ausgehenden Lichtstrahlen so sammle. dass sie auf die zurückwerfende Fläche hinsichtlich auf Gestalt und Farbe genau einfallen, und 2: dass eine Fläche worhanden sey, welche die Lichtstrahlen so zurückwirft, dass der Zuschauer die Empfindung eines Bildes erhält. Bedingung findet er im Auge, gegeben, die zweite aber nicht. bei: dezen blosser Aufstellung indels schon ein anffallender Man+ gel genauer optischer Kenntnisse sichtbar wird. "Dem Auge nämlich" - so fährt er fost su argumentiren - "fehlt die zuzückwerfende Fläche, indem die Retina so gut als vollkommen durchsichtig ist, und die Markhaut wegen ihres schwarzen Pig-

¹ The seat of vision determined. Lond. 1818. 8.

² Annals of philos, K. 17: Jahr. 1817. Darana deutsch. Arch. IV. 110.

³ Treviranes Verm. Schr. III. 156. Campsent's Einwendungen gegen Keplen's Theorie haben zu ihrer Zeit Aufsehen erregt, weswegen mir eine ausführlichere Darstellung derselben nöthig scheint, Rundall's Argumente aber gegen die Erzengung und Umkehrung der Bilder im Auge s. Phil. Mag. and Ann. of Phil. II. 376 sind ganz ohne Grund, und widerstreiten ausgemachten optischen Gesetzen.

ments die Lichtstrahlen verschluckt, und nicht reflectit; Erzeugung eines Bildes aber muß eine reflectirende Flächeve handen seyn, welche die durchsichtige Netzhaut nicht in Art, als z. B. dahinter gehaltenes Papier, seyn kann."

Jeder Optiker wird sogleich einsehen, dass hierbei eine g irrige Vorstellung von den Bildern zum Grunde liegt. das Papier durch Reflection ein Bild erzeugte, so würde es ses so gut bei jedem dayor gehaltenen Gegenstande than miss als wenn es an die Stelle der Retina oder überhaupt in Brennpunct einer biconvexen Linse gehalten wird. aber blos im letzteren und nicht auch im ersteren Falle ein B zeigt, so liegt hierin schon ein entscheidender Beweis, das hinter dem Auge sichtbare, durch die Linse erzeugte Bild sche vorhanden ist, und dals die, dasselbe hervorbringenden Lich strahlen auf der Fläche des Papiers blos vereinigt sind. So aber, als diese zum Bilde vereinigten Lichtstrahlen die Flick des Papiers treffen, müssen sie auch die Netzhaut treffen, we Bie die Stelle des Papiers einnimmt, mithin diese als Bild, nicht aber als blosses Licht afficiren, und somit das Sehen herre bringen können. Jedes Bild übrigens, sey es katoptrisch ode dioptrisch entstanden, bedarf keiner reslectirenden Pläche, we der um überhaupt vorhanden zu seyn, noch auch um gesehen zu werden, wohl aber Abscheidung des zugleich in das Ange fallenden, den Eindruck desselben schwächenden stärkere Lichtes, kann aber unter dieser letzteren Bedingung nicht bloß in der Luft, sondern auch im leeren Raume existiren und geshen werden. Man sieht daher die Bilder sowohl vor gemeine Hohlspiegeln als auch im Rohre der Fernrehre ohne Ocular der Luft schweben, und betrachtet dieselben beim Spiegelteleskop und beim dioptrischen Tubus durch die Loupe, ohne die in beiden Fällen eine reflechrende Fliche vorhanden ist 1.

Dagegen beruhet nach CAMPBELL's Theorie das Sehen af zwei Momenten, der Empfindung der Farbe und der Wahrnehmung des Gestalt, welche beide so verschieden zeyn sollen, daß se besondern Sinnesaffectionen zugeschrieben werden müssen, und nur deswegen vereinigt gedacht werden, weil sie stets zusammenfallen. Hinsichtlich der Wahrnehmung der Gestalt soll etwa Aehnliches als beim Gefühle srattfinden, indem die Netzhant

^{1 8.} Bild.

von den durch sie dringenden reflectirten Lichtstrahlen, welche der Form der Körper genau entspreshen, und so die Form genau bezeichnen, afficirt wird. - (Hierbei ist indels unter mehreren andem übersehen, dass der Lichtkegel von einer Scheibe. von der Kugel und dem Cylinder gleich ist, der Anwendung auf Gemälde nicht zu gedenken). - Die Vorstellungen von der Farbe sollen auf gleiche Weise erzeugt werden, als die Empfindungen von Säuren, Salzen u. s. w. beim Schmecken, indem die verschiedenartigen Lichtstrahleu die Empfindungen der Nerven auf gleiche Weise erregen, als die schmeck - oder riechbaren Substanzen, und indem jede Farbe mit ihrer eigenthümlichen Wirksamkeit in der nämlichen Lage durch die Netzhaut dringt, in welcher sie auf dem Objecte geordnet ist, so muß die Vorstellang von Gestalt und Farbe zugleich entstehen. - Bei dieser, guf den ersten Blick scheinbaren, Erklärung ist der chemische Rinfluss und die wirkliche Berührung der auf Geschmack und Geruch wirkenden Substanzen nicht berücksichtigt, und außerdem dürften die subjectiven Farben und gefärbten Schatten hiernach schwer zu erklären seyn. Es ergiebt sich also, dass CAMP-BELL's Theorie nach optischen Gesetzen eben so unhaltbar ist, Ale seine Einwürfe gegen die bisher bestehende nichtig sind.

... Noch später endlich, als CAMPBELL, hat C. J. LEHOT in werschiedenen Abhandlungen zu zeigen sich bemühet, dass die bisher angenommene Theorie des Sehens unzulässig sey, und daher eine neue aufgestellt, wonach die Spitzen der in den verschiedenen Theilen des Auges gebrochenen Lichtkegel in der gläsernen Feuchtigkeit ein räumliches Bild (nach drei Dimensiomen) erzeugen, die Retina aber nicht treffen sollen. Es ist in der That etwas seltsam, da nach allen auf die genauesten Messongen gegründeten Berechnungen die Brennpuncte mehr hinter. die Retina als vor dieselbe fallen (welches aus dem Umstande, dass alle Messungen an todten Augen angestellt wurden, leicht erklärlich ist), und die Bilder auf der Retina so unzählig oft beobachtet sind, dennoch diese Thatsachen nicht berücksichti-Auch die Hypothese Lenor's verdient daher gen zu wollen. keineswegs so viele Aufmerksamkeit, als ihr in einigen französischen Zeitschriften zu Theil geworden ist, vielmehr kann

¹ Neuvelle Théorie de la Vision, 1er Mémoire, Par. 1825. Diesem sind noch andere gefolgt.

man sie ohne Nachtheil für die Wissenschaft ganz unbeachtet lassen.

KEPLER's Theorie, welche in so fern die geometrische Construction und die unmittelbare Erfahrung für sich hat, als des durch die Krystalilinse zum Bilde vereinigte Licht die Retina berührt, mithin eine eigenthümliche Afficirung derselben bewirkt, bringt die Erklärung des Sehens so weit, als sie durch die Physik gebracht werden kann und muß. Auf welche Weise aber des Hinfallen der zum Bilde vereinten Lichtstrahlen auf die Retina nicht blos überhaupt eine Empfindung erzeugt, sondern auch die Vorstellung des gesehenen Gegenstandes gewährt, dieses zu erklären fällt den Physiologen und Psycholegen anheim, welche aber bis jetzt noch überhaupt die eigenthumliche Art, wie die Afficirungen der Nerven geschehen, und Empfindungen hierdurch hervorgebracht werden, nicht erkannt haben, indem die Hypothesen von den Schwingungen der Nerven oder einem eigenen, sie umgebenden, ätherischen Fluidam nicht über die Grenzen des blos Hypothetischen hinausgehen. In specieller Beziehung auf das Licht ließe sich wohl eine aus dem Wesen desselben hergenommene, mindestens nicht unwahrscheinliche Hypothese aufstellen. Das Licht nämlich het in seinen sowohl zum Weiss vereinigten als auch getrennten Strahlen zwei hervorstechende Eigenschaften, indem die blauen eine chemisch wirkende, die rothen aber eine erwärmende Kraft besitzen, beide Wirkungen aber den vereinigten weißen zugleich zukommen 1. Obgleich nun auch die Entbindung der Wärme auf den Chemismus zurückgeführt werden kann 2, mithin beide Wirkungen zusammenfallen würden, so treten sie doch in ihren Aeußerungen verschieden hervor, und man könnte sonach annehmen, dass die chemische Affection und die Erwärmung der Nerven der Retina durch das Licht die Empfindung des Sehens erzeugten. Hierauf ließe sich denn auch die Lichterscheinung zurückführen, welche die Afficirung der Nerven der Nase, des Mundes v. a. m. durch den Strom der Volta'schen Elektricität im Auge hervorzubringen pflegt, wenn gleich auch mechanischer Druck gegen das Auge einen ähnlichen, obwohl

^{1 8.} Licht.

^{. 2 8.} Wärme, Erzeugung derselben.

etwas verschiedenen Lichtschein zu erzeugen vermag. Im Ganzen ist jedoch diese Hypothese viel zu wenig begründet, als dass sie nur auf großen Beifall rechnen könnte, und die schwierige Frage bleibt so nach noch so gut als ganz unbeantwortet.

Die Linse ist zwar derjenige Haupttheil des Auges, durch welchen das auf die Retina fallende Bild ganz eigentlich hervorgebracht wird. Allein es folgt aus den Erscheinungen der camera obscura, womit das Auge so große Aehnlichkeit hat, daßs auch ohne diese die Erzeugung eines Bildes möglich ist, und so ereignet es sich denn auch, daß Patienten, denen der graue Staar durch Herausnahme der Linse operirt ist, dennoch, wenn auch undeutlicher, doch überhaupt sehen. In diesem Falle dient eine biconvexe Glaslinse, die sogenannte Staarbrille, zum Ersatze der herausgenommenen Krystalllinse, bis letztere wiedererzeugt ist.

Das Auge, als optisches Werkzeng betrachtet, muß nothwendig allen denjenigen Bedingungen unterliegen, welche mit andern ähnlichen Vorrichtungen unzertrennlich verbunden sind. Wirklich finden wir auch, dass die Gefälshaut und die innere Seite der Traubenhaut mit einem dicken schwarzen Pigmente, gleich dem Inneren der optischen Instrumente, überzogen sind, um alle andere Lichtstrahlen zu verschlucken, und ihre Reslection zu verhindern, außer diejenigen, welche das Bild auf der Netzhaut zu erzeugen bestimmt sind. Fehlt dieses Pigment, wie bei den Kakerlaken, so werden die Augen durch den zu starken Lichtreiz geblendet, und diejenigen, bei denen sich dieses findet, sehen lieber bei wenigem Lichte. Ferner geben die biconvexen Linsen der optischen Werkzeuge, wenn ihre Krümmungen Kreissegmente sind, wie wohl ohne Ausnahme der Fall seyn mag, keine vollkommen scharfe Bilder in ihrem Brennpuncte, sobald die Lichtstrahlen in einiger Entfernung von der Axe auf sie fallen, ein Fehler, welchen man die Abweichung wegen der Kugelgestalt nennt. Indem aber das gesunde Auge durchaus scharfe Bilder giebt, so muss dieser Fehler corrigirt seyn. Im Allgemeinen werden die weiter von der Axe des Auges in dasselbe fallenden Lichtstrahlen schon durch die Pupille abgeschnitten, allein dieses würde bei der geringen Entfernung der Retina von der Linse nicht genügen. Einige haben geglaubt, dieser Fehler werde durch die parabolische oder hy-IV. Bd. Ssss

1

perbolische Krümmung der Linse aufgehoben ⁴, und diese unmöglich ist, hierüber durch absolut genaue Messuren Gewissheit zu gelangen, so lässt sich eine solche Hypothere nicht bestimmt widerlegen. Indess bedarf es solcher Vontzungen nicht, da es erwiesen ist, dass die Linse nach den hin an Dichtigkeit abnimmt, wodurch dieser Fehler von ausgehoben wird, wie Porterfield ² zuerst ausgefunden

Eine zweite aus dem Baue des Auges nothwendig fei Unvollkommenheit ist die Farbenzerstreuung, indem die die Linse desselben erzeugten Bilder farbige Ränder haben hierdurch undeutlich werden müßten. Indem aber da diesem Fehler nicht zu unterliegen, vielmehr achromate seyn scheint, so nehmen viele an, dass derselbe durch du thümliche farbenzerstreuende Vermögen seiner drei Fliss ten aufgehoben werde, und das Auge somit zur Classe det natischen Werkzenge gehöre 3. Man hat sich bemüht, bestimmt darzuthun, ohne genügende Resultate zu erhalten ches auch als unmöglich erscheint, wenn man berücksit dals die Quantitäten der einzelnen Flüssigkeiten des Angel che man im frischen Zustande zu erhalten im Stande ist, nauen Versuchen zu geringe sind, dass sie sich sogleich dem Tode verändern, und dass alle Flüssigkeiten nach fu HOFER's 4 Untersuchungen ihr farbenzerstreuendes Ven durch den Wechsel der Temperatur bedeutend ändern. hat schon Dollond 5 gegen Euler gezeigt, dass die Liche len durch alle drei Flüssigkeiten des Auges der Axe zugebnit werden, welches mit dem Achromatismus unverträglich is. die geringe Menge der Morgagni'schen Flüssigkeit zwische Linse und ihrer Kapsel ist nicht im Stande, die erzeuge benzerstreuung zu compensiren.

¹ Parit in Mem. de l'Ac. 1725. p. 20. Young in Phil. Tr. 182

² On the eye. cet. I. 439. Vergl. Mollweide bei G. XXI

⁸ L. Euler Journ. Encyclop. 1765. II. 146. Mém. de Bel Ihm widersprach D'Alemanar Mém. de l'Ac. 1767. p. 81. Verl vollständiger u. fasslicher Unterricht in d. Naturlehre, in cisa von Briefen. Leipz. 1801. 4 Bde. 8. III. 405.

⁴ G. LVI. 277.

⁵ Phil. Trans. LXXIX. 256.

So schwierig es indels seyn mag, über ein so künstlich gebautes Werkzeug, als das Auge ist, mit Gewissheit etwas festzusetzen, so ist es doch durch sichere Erfahrungen ansgemacht, dass das Auge nicht achromatisch sey, und die scheinbare Farbenlosigkeit der Bilder ist vielmehr aus der eigenthümlichen Vermischung des farbigen Lichtes auf der, keine geometrische Fläche bildenden, Retina absuleiten, um so mehr, als für die, durch die verengte Pupille in den sehr kleinen Raum um die Axe einfallenden, Lichtstrahlen keine bedeutende Farbenzerstrenung stattfinden kann. Dass dieser Raum sehr klein sey, ergiebt sich aus der sehr geringen Oeffnung in schwarzem Papiere, durch welche. wenn man sie dicht vor das Auge hält, ein bedeutendes Gesichtsfeld übersehen werden kann, und dass bei so kleinen Räumen um die Axe die Farbenzerstreuung fast ganz schwinde, ergiebt sich aus der Farbenlosigkeit der Ränder vor Objecten, welche man durch die Mitte der Lorgnetten oder Brillen betrachtet, indem nur beim Sehen durch die Ränder dieser letzteren die Farbenzerstreuung bemerkbar wird, noch genauer aber durch die Yon MASKELYNE hieruber angestellten Berechnungen 1. Auf welche Weise insbesondere im chromatischen Auge die scheinbare Farbenlosigkeit des Bildes entstehe, hat MOLLWEIDE 2 scharfsinnig entwickelt. Fallen nämlich von dem Gegenstande Fig. AB Strahlen in das Auge, so bilden diese auf der Retina das 211 verkehrte Bild ab. Nimmt man die von dem Puncte D ausgehenden Strahlen allein, so werden diese in e und f in farbige zerlegt werden, wovon sich die violetten in i, die rothen in k. die grünen in d vereinigen 3. Geht das Licht ungehindert durch die Linse, so werden von allen farbigen Strahlen einige die Retina, welche eine messbare Dicke hat und keine geometrische Fläche bildet, treffen, mithin meistens Licht erzeugen, und blos an der Grenze könnte ein aus Blau und Roth gemisch-

^{, 1} G. XXX. 220. XVII. 828.

² Phil. Tr. LXXIX. 258.

³ Obgleich durch Messungen nicht entschieden werden kann, welche Strahlen gerade in der Retina zum Bilde vereinigt werden, so ist es doch aus andern Gründen sehr wahrscheinlich, daß es die gelben sind, gerade da, wo in diesen die größte Intensität des Lichtes herrscht. Indem aber die schwächer leuchtenden Farben bei größerer Intensität des anderweitig vorhandenen Lichtes verschwinden, so erklärt sich hieraus leicht der scheinbare Achromatismus der Augen.

tes violettes Licht entstehen, eine schwache Farbe, welche be der übrigen Stärke des Lichtes nicht wahrgenommen wirk Wenn man aber das ins Auge fallende Licht begrenzt, 1 wenn man eine Fenstersprosse über ein nahe vor das Augen haltenes Object betrachtet, so werden die Farben an den lie dern zum Vorschein kommen, und namentlich erscheint der a tere Rand roth, der obere aber blau, wenn man das einfalke Licht von oben abschneidet, und umgekehrt, wenn das undur sichtige Object von unten vor das Auge bewegt wird. Im e Fig. steren Falle nämlich schneidet das Object Im die oberen mit 212 und die nach unten fallenden blauen Strahlen ab, wesweg oben bloss die blauen und unten die rothen Bleiben, und Eindruck dieser Färbung der Ränder im Auge hervorbring im entgegengesetzten Falle findet das Umgekehrte statt. Ein haben die auf die angegebene Weise erzeugten Farben, wel schon Newton 2 kannte und aus der Berechnung des Lichtes Auge ableitete, Nordhor 3 aber später als eine Polarisation v. GOETHE's Farbentheorie zu vereinigen suchte, aus der Begung des Lichtes erklären wollen 4. Allein hiergegen steel eben die Entstehung und die Verschiedenheit der Farbe an beden Rändern, und der Umstand, dass im dünnen Lichtsteil zwischen der Sprosse und dem dunkeln Objecte kein Schaffe entsteht 5. Endlich beweiset auch FRAUNHOFER 6 durch eine eben so entscheidenden als leichten Versuch, dass das Augenis achromatisch sey. Wenn man nämlich das Ocular eines Forrohrs bei einsallendem rothen Lichte des Spectrums so stelk, die der Mikrometerfaden genau gesehen wird, und man laßt blaues Licht einfallen, so verschwindet der Faden, und nicht eher wieder sichtbar, als bis man das Ocular dem File um mehr als das Doppelte der Läugenabweichung weges Farbenzerstreuung der Ocularlinse nähert. Hierin liegt als Beweis, dass auch die Farbenzerstreuung des Auges confi werden muss, dieses also nicht achromatisch ist 7.

¹ Vergl. MASKELYNE a. a. O. p. 262.

² Opt. I. pars II. prop. VIII. p. 119 ed. Clark.

³ Voigt Mag. VII. 52.

⁴ G. XVII. 335.

⁵ Moldweide bei G. XXX. 232.

⁶ G. LVI. 304.

⁷ Achnliche Versuche von Young s. Phil. Tr. 1801. p. 50.

Das Auge kann, vermöge seiner Construction als optisches Werkzeug ein vollkommen deutliches Bild auf der Netzhaut nur dann erhalten, wenn der Gegenstand sich in einer bestimmten Entfernung vom Auge befindet; denn die Lehre von der Erzeugung der Bilder hinter einer convexen Linse (und die Linse im Auge muss wegen ihrer Form und starken Brechung hierbei doch vorzugeweise berücksichtigt werden) ergiebt, dass diese bei nahen Objecten mehr, bei entfernten weniger von der Fläcke der Linse abstehen. Man nennt diejenige Entfernung der Objecte, in welcher sie die deutlichsten Bilder geben, die Weite des deutlichen (oder vollkommenen) Sehens (distantia visionis, distinctae), und giebt sie nach HUYGENS und WOLF 1 gemeiniglich zu 8 Par. Z. an. Indess ist sie nach dem Baue der Augen verschieden, und wäre für ein gewöhnliches gesundes Auge wohl richtiger auf 10 Z. zu setzen. Sie wird übrigens sehr verschieden angegeben, z. B. von LA HIRE 2 = 12 Z.; von Lyo-MET 3 = 6 Z.; von Büffon 4 = 8 bis 20 Z. Junin setzt die geringste Weite des deutlichen Sehens auf 5; 6; 7 engl. Zoll, die größte auf 14 F. 5 Z., welche letztere Größe von vielen mit Recht für übertrieben gehalten wird; auch nimmt Ponten-FIELD 5 hierfür nur 27 engl. Zoll an, obgleich man auch in

jener Entfernung mitunter noch ziemlich deutlich sehen kann.

Das deutliche Sehen nämlich im Allgemeinen hängt von dem Grade der Helligkeit und der Receptivität des Auges für eine gegebene Lichtstärke, von der Farbe des Objectes und der Durchsichtigkeit des zwischenliegenden Mittels ab. Zugleich hat die Aufmerksamkeit einen großen Einfluß auf dasselbe, indem man wahrscheinlich nach einer durch Uebung erlangten Fertigkeit nicht alle Gegenstände, von denen Bilder in das Auge fallen, deutlich sieht, sondern nur diejenigen, welche man fixirt, und diese so viel schärfer, je stärker sie fixirt werden, als an-

Elementa mathes, univ. cet. Halae 1780 — 41. V Vol. 4, III.
 B36. Dioptr. 408.

² Accidens de la vue. Par. 1694.

³ Verhandi. van de Holland. Mautschappy. III. 402.

⁴ Hist. de l'Ao. 1743, p. 253.

⁵ быти Орt. 485. Lambert Photometric 490, Robins Math. Tracts II. 278.

dere, wenn diese ihnen auch sehr nahe oder in der nämlichen Richtung hinter ihnen liegen 1. Vielleicht liegt die Ursache hiervon zum Theil in der nachher zu erklärenden Adjüstirung de Auges für die bestimmte Entfernung, worin sich der Gegenstzei befindet. Indels kann sich das Object weiter vom Auge beise den, als die Weite des deutlichen Sehens ist, oder etwas nähe rücken, ohne dass das Sehen hierdurch aufhört, wie Anaus! durch folgenden Versuch anschaulich machte. Wenn man a gedrucktes Blatt mit Buchstaben von drei bis vier verschiedene Großen in eine solche Entfernung stellt, dass das Auge a sämmtlich ohne Anstrengung deutlich erkennt, so kenn man a nehmen, dass die Bilder von ihnen auf die Netzhaut fallen Rückt man dann das Blatt dem Auge näher, so wird zuerst de kleine Druck undeutlich, später auch der große, weil bei kleinen Gegenständen die Zeretreuungekreise, worin sich & durch die Brechung im Auge zum Puncte vereinigten Lichtstralen hinter diesen Puncten ausbreiten, weit eher ein merkliche Verhältniss zu der Größe der Gegenstände und zu ihren Abstisden erhalten, als bei großen. Ein großer Druck wird bei gleichen Zerstreuungskreisen zwar schlechter begrenzt, aber imme noch deutlich genug gesehen, wenn bei einem kleineren die Zerstreuungskreise der verschiedenen Buchstaben schon in einzder laufen. So wie die Zerstreuungskreise hinter dem schafes Bilde liegen, so liegen sie auch vor demselben, daher bei greseerer Näherung und Entfernung größere Gegenstände länger sichtbar bleiben.

Bei der Bestimmung der distantia visionis distinctue kommt noch Folgendes in Betrachtung. Das Licht, welches die Bilder im Auge erzeugt, fällt bei den Menschen und Ladthieren aus der Luft in das Auge, und letzteres ist zweckmäß für diejenige Brechung eingerichtet, welche beim Uebergung des Lichtes aus dem einen Medium in das andere statt fold. Die Veränderung der Dichtigkeit der Luft kann hierbei von kinner Bedeutung seyn, selbst nicht auf hohen Bergen, wo übergens die Kurzsichtigkeit vermehrt und die Weitsichtigkeit vermindert wird. Dasjenige Medium, in welchem eine Menschaft

^{1 .} Vrgl. LA Hirm in Journ. de Savans 1685. p. 404.

² S. dessen unten angegebenes Werk, welches alleseit geseis ist, wenn schlechthin dieser Schriftsteller genannt wird.

Thiere sehen, und rücksichtlich dessen die Frage mehrfach verhandelt ist, ob in demselben auch die Mensohen sehen könnten, ist das Wasser. Ein Hindernils, welswegen die Menschen selten im Wasser die Augen öffnen, und daher auch nicht zu sehen versuchen, liegt darin, dass das kalte Wasser auf die Conjunctiva und die Thranendrüse 1 einen empfindlichen Eindruck macht, welches ein Verschließen der Augenlieder bewirkt. Soll aber die Frage genau erörtert werden, so ist dabei Folgendes zu berücksichtigen. Das Licht kann allerdings ungehindert aus dem Wasser in das Auge kommen, und in sofern wird also die Empfindung der Helligkeit, und wenn von einem bestimmten, stark erleuchteten Objecte Licht von hervorstechender Stärke in das Auge reflectirt wird, die Vorstellung von dem Vorhandenseyn eines gewissen Gegenstandes und von dem Orte, wo dieser sich befindet, erzeugt werden. Dass aber kein vollkommenes Bild auf der Retina entstehen, und somit also kein eigentliches Sehen statt finden könne, hat schon DE LA IIIRE 2 behauptet und durch Versuche mit Katzen bestätigt, bei denen er bemerkte, dass sich die Pupille ihrer Augen, wenn der Kopf derselben unter Wasser gehalten wurde, bedeutend erweiterte, welches er richtig als ein Zeichen des Bestrebens, ein deutliches Bild zu erhalten, ansah. Weil indess die Frage, ob der Mensch unter Wasser wirklich sehen könne oder nicht, an sich nicht unwichtig ist, dadurch aber noch interessanter wurde, dass die Beantwortungen derselben durch die unverdächtigsten Zeugen auf dem Wege der Erfahrung mit einander geradezu im Widerspruche standen, so schien es mir der Mühe werth, sie theor retisch genau zu untersuchen 3, da alle hierzu erforderlichen Thatsachen vollständig vorhanden sind. Es ist nämlich oben angegeben, dals die aus Luft in die Cornea und wälsrige Feuchtigkeit des Auges fallenden Lichtstrahlen durch den Einstuß der Brechung dieser beiden sich in einer Entfernung von 11 engl. Z. in einem Brennpuncte vereinigen, und dann durch die Krystalllinse und die gläserne Feuchtigkeit abermals gebrochen, auf der Retina zum Bilde vereinigt werden. Weil aber das Wasser eine stärker brechende Flüssigkeit ist, als die Luft, folglich die aus

¹ S. Auge.

² Mem. de l'Acad. 1709. p. 95. Vrgl. G. XXXIV. 34.

³ G. LXXVIII. 257.

demselben auf das Auge fallenden Lichtstrahlen wenigs die wässerige Flüssigkeit des Auges gebrochen werden, aus sie aus der Luft einfallen, so kann jene Brechung nicht stel den, und die Lichtstrahlen können daher nicht in einen. Netzhaut treffenden Puncte vereinigt werden, folglich mit Bild erzeugen. Genauer genommen ist ¹ das Brechungswinis des Lichtes aus Luft in die wässerige Feuchtigkeit des ges = n:1 = 1,337; das Brechungsverhältnis aus Wasseige wässrige Feuchtigkeit des Auges = w: 1 = 1,55. Abstand des gesehenen Objectes = d = 10 Z., alles auf Fußs-Maß; und sucht dann die Brennweite des Bildes is der Linse = f, so findet man

$$f = \frac{n d \varrho}{(n-1) d - \varrho} = 16''',3982$$

Wird in dieser Formel statt n die Größe w substituirt, so

$$f' = \frac{w d \varrho}{(w-1) d - \varrho} = -123''',043$$

das heisst, die aus einer Entsernung von 10 Z. komme Lichtstrahlen werden durch den Einfluss der Brechung gur zum Brennpuncte vereinigt, sondern würden diese erst in Entfernung von 10 Zoll zum Brennpuncte vereinigt was wenn sie aus einem Abstande von 10 Zoll 3 Lin. ins 45 Es ist somit vollkommen klar, das Gegenstände ter Wasser kein eigentliches Bild im Auge erzeugen konst weil diese Brechung der Lichtstrahlen durch die wälsrige Feet tigkeit des Auges fast gänzlich wegfällt, und dass somit ein ? gentliches Sehen unter Wasser ganz unmöglich ist. ner eben der Abstand des Brennpunctes der Krystalllinse 18 ihrer hinteren Fläche = z = 8,707 Par. Lin. gefunden. man diesen auf gleiche Weise für den Fall, dass die Lichtste len aus dem Wasser in das Auge fallen, indem man den is gesundenen Werth für f' statt des dortigen für f erhaltenen stituirt, so findet man ihn = 27,54 Par. Lin., also um meks 1,5 Z. hinter die Retina fallend, woraus abermals die [*

¹ Nach den Im Art. Auge mitgetheilten Bestimmungen. ich meine eben angeführte Abhandlung.

möglichkeit eines eigentlichen Sehens unter Wasser) hervorgeht. Ferner folgt aus der oben gegebenen Darstellung der Wirksamkeit des Auges, dass die Wirkung der wäsrigen Feuchtigkeit desselben einer Linse gleicht, deren Brennweite = 16",3982 beträgt. Wenn man aber annimmt, dass diese Wirkung für Lichtstrahlen fast gänzlich wegfällt, welche aus dem Wasser ins Auge gelangen, so ist klar, dass dieselbe durch eine convexe Linse ersetzt werden müste, um das Auge zum Sehen unter Wasser geschickt zu machen. Wird aber die Krümmung einer solchen Linse für den Fall gesucht, dass sie unter Wasser wirklich gebraucht werden sollte, so sey für eine biconvexe

der gemeinschaftliche Halbmesser der Krümmung = r die brechende Kraft des Glases = m

die Entfernung des Objectes . . . = d = 10Z. so ist die Brennweite derselben

$$f = \frac{n dr}{2 (m-1) d-nr}$$

und indem hierin n bekannt ist, so findet man

$$r = \frac{2(m-n) f d}{n(f+d)} = \frac{838,276}{182,3644} = 4,6 Lin.$$

Eine Loupe von dieser Krümmung würde also für das normale Auge ein eigentliches Sehen unter Wasser möglich machen. Hieraus ergiebt sich dann endlich von selbst, dass sehr kurzsichtige Personen unter Wasser leichter sehen, als weitsichtige; und dass ein Kurzsichtiger, welcher zum gewöhnlichen Sehen einer biconcaven Linse von dem eben angegebenen gemeinschaftlichen Halbmesser der Krümmung bedürfte, oder dessen Weite des deutlichen Sehens nicht mehr als 1 Z. 2,4268 Lin. betrüge, unter Wasser vollkommen gut sehen würde.

Mit diesem Resultate der Theorie stimmt die Erfahrung sehr, genau überein, dass man alsdann schlecht oder gar nicht sieht, wenn sich vor dem Auge eine unverhältnismälsig große Menge Thränenseuchtigkeit angesammelt hat. Um so viel auffallender muss es seyn, dass die Aussagen geübter Schwimmer über diese Frage so verschieden ausgefallen sind, indem einige die Möglichkeit des Sehens unter Wasser überhaupt leugneten andere

¹ Nicholson Ann. of Phil. 1806. Aug. G. XXXIV. 34; 36; 48 and die Anm. von Gilbert. Die Aussage der Hallonen ebend. 8. 59.

sie eben so zuversichtlich behaupteten. Am genügendstand noch diejenigen Versuche, welche Gilbert 2 mit einigen in den anstellte, und die aus diesen erhaltenen Resultate. Mit diesen ist es ausgemacht, daß, ein eigentliches Sehen unter Wisser nicht statt findet, wohl aber, daß undeutliche Bilder ungenommen werden, welche indeß dem Taucher genügen, ins Wasser geworfenen Gegenstände aufzufinden. Die Behaungen derjenigen, welche das Sehen unter Wasser aus der fahrung beweisen wollen, sind also bloß hinsichtlich des sedruckes falsch, indem die Versuche in der Regel mit bland Münzen angestellt werden, deren stärkerer Lichtschein auf dings das eigentliche Sehen supplirt.

Indem das gesunde Auge die Fähigkeit besitzt, sowohl here als auch insbesondere sehr entfernte Gegenstände mit h länglicher Genauigkeit zu unterscheiden, so muß es hierze sonders eingerichtet werden, weil namentlich in Beziehung die Krystalllinse und auch rücksichtlich des ganzen Augest Gemässheit der oben mitgetheilten Berechnung für die Em gung der Bilder diese letzteren bei größerer Nähe der beobel teten Gegenstände hinter die Netzhaut fallen, bei größerer E fernung dagegen vor dieselbe. Nach OLBERS 3 ist nameste für die durch Jonin angegebenen Größen der Theile des Age und ihre Brechungsverhältnisse der Abstand des Bildes von Cornea in engl. Decimalzollen bei einer Entfernung des Objects in unendlicher Ferne, in 27 Z.; 8 Z und 4 Z. = 0.59% 0.9189; 0.9671 und 1.0426 Z. PORTERFIELD 4 hat den an sid klaren Satz, dass das Auge für die verschiedenen Entfernunge der gesehenen Objecte einer verschiedenen Adjüstirung bedich durch die Ersahrung zu beweisen gesucht, inzwischen hält Tu-VIRANUS das eigentliche, für diesen Zweck ersonnene Eut riment wegen seines schweren Gelingens für ungenügend. I Versinnlichung der Sache durch einen Versuch, dessen gebi SCHEINER im Allgemeinen gedenkt, bediente sich Politi

¹ Ein Ungenannter bei G. XXXIV. 42; 46. Horsburgs eines. 8. 52. Ein Hallore ebend. S. 63.

² Ann. XXXVI. 875.

³ De oculi mutat, intern. p. 5.

⁰ the Eye. I. 408 ff.

⁵ Biolog. VI. 506.

FIELD 1 eines eigenen Apparates, Optometer genannt, welchen TH. YOUNG 2 mit einigen Verbesserungen ausführlich beschreibt. Es sey R ein leuchtender Punct, AB ein undurchsichtiger Ge-Fig. zenstand, CD eine brechende Fläche, eine Linse, EF eine, im 213 Brennpuncte derselben befindliche, das Licht auffangende Fläche. Ist dann AB an zwei Puncten durchbohrt, so werden beide Lichtbündel auf EF in einem Puncte zusammenkommen, auf der näheren Fläche HG oder der entfernteren IK aber zwei getrennte Lichtbündel darstellen. Kommen dann zwei andere, Fig leuchtende Puncte S und T hinzu, so geben diese doppelte Bil-214. der. Werden indels die leuchtenden Puncte T und S gegen die Axe der Linse geneigt, worin sich auch R befindet, so kann man die Puncte t und s mit r zusammenfallend darstellen, wobei dann die auffangende Fläche EF nur drei Lichtbündel erhält. Nach diesem Principe erhält man ein Optometer, wehn man ein Blech, etwa nur eine Spielcharte mit zwei Löchern, oder besser zwei Einschnitten, innerhalb der Weite der Pupille dicht vor. das Auge hält, wobei dann alle in der gehörigen Gesichtsweite befindliche Gegenstände einfach, alle näher oder entfernter liegende doppelt erscheinen müssen. Das Instrument wird mit einer getheilten Scale versehen, auf welcher sich das durch die feinen Einschnitte gesehene Object verschieben lässt , bis dasselbe am schärfsten einfach gesehen wird, um hierdurch zugleich die distantia visionis distinctae zu bestimmen. Dass indels die unwillkürliche Anstrengung des Auges bei diesem allerdings zusammengesetzten Versuche die vollkommenste Genauigkeit nicht allezeit zulassen wird, hat Theviranus sehr wahr bemerkt. Merkwürdig ist noch, dass TH. Young bei seinem eigenen Auge die Gesichtsweite = 10 Z. engl. fand, wena der Einschnitt des Optometers vertical stand und = 7 Z., wenn er horizontal gehalten wurde. Dieser Fehler der Augen, auf welchen ich weiterhin wieder zurückkommen werde, erfordert eine schiese Stellung des Oculars bei Fernröhren.

CARTESIUS ³ führt an, man könne das Bedürsnis der Adjüstirung des Auges daraus abnehmen, dass dasselbe, wenn es anhaltend nahe Gegenstände deutlich gesehen hat, und dann

¹ Edinb. Med. Ess. IV. 185.

² Phil. Trans. XCI. 84.

⁸ Dioptr. L. III. S. 5.

schnell auf entfernte gerichtet wird, eine geringe Zeit zum deutlichen Sehen bedarf. Auch dieses leitet indess TREVIRANUS! von einer beim Sehen unvermeidlichen Congestion der Säste nach dem Auge und vorzüglich der Iris ab, wodurch die Veräsderung der Pupille erschwert werden soll. Dieser Einwurf stützt sich auf die Annahme, dass es weiter keiner Modificirung des Auges' zum Fern - und Nahesehen bedürfe, als einer Veränderung der Pupille. Dass aber eine eigentliche Adjüstirung des Auges erfordert werde, geht daraus evident hervor, dass nach allgemeiner Erfahrung hohle oder erhabene Linsen den Mange der Fähigkeit dieser Veränderung beim Auge ersetzen, inden Kurzsichtige entfernte, Weitsichtige aber nahe Gegenstände mi der nämlichen Undeutlichkeit sehen, als ein unrichtig adjüstins Die hierzu erforderliche Veränderung de Fernrohr sie zeigt. Auges muss also darin bestehen, dass entweder die Krystalllime bei entfernteren Gegenständen der Retina näher rückt, bei näheren dagegen sich weiter davon entfernt, indem die Netzhant selbst unbeweglich ist, oder die Krystalllinse muss ihre Fom ändern, und zwar flacher werden beim Anblick entfernter Gegenstände, convexer bei nahen; oder endlich die Form des Arges muss sich ändern, und zwar in der Art, dass es bei entsemten Gegenständen flacher wird, um die zu große Nähe des Bildes hinter der Linse zu compensiren, bei nahen dagegen convexer oder länger. Dass irgend eine dieser Veränderungen statt finde, ist nicht zu bezweifeln, indem dieses vielmehr schon aus der fühlbaren Anstrengung des Auges beim Sehen sehr naher oder sehr entfernter Gegenstände hervorgeht, welche auf keinen Fall statt finden konnte, wenn das Auge hierbei auf gleiche Weise blos leidend wäre, als beim Sehen derjenigen Gegenstande, welche sich in der distantia visionis distinctae befinden, und ohne Ermüdung anhaltend gesehen werden.

Welche von den angegebenen Veränderungen des Anges zur Hervorbringung des gesuchten Effectes indes statt finden möge, ist schwer zu entscheiden. Kerlen? glaubte, das beim Sehen naher Gegenstände der Strahlenkörper durch seine Zusammenziehung die gläserne Feuchtigkeit drücke, welche dann die

¹ Biol. VI. 505.

² Dioptr. prop. 64.

Krystalllinse vorwärts treibe, und so das Auge verlängere. Diese Meinung hat auch PORTERFIELD 1 vertheidigt, indem er angab, der Strahlenkörper sey im natürlichen Zustande schlaff, und das Auge kürzer, könne daher entfernte Gegenstände ohne Anstrengung sehen, bei nahen aber finde die ermudende Anstrengung zur Verlängerung des Auges statt. Auch Zinn 2 pflichtet im Ganzen dieser Meinung bei, dass der Strahlenkörper die Lage der Linse ändere; jedoch geschähe dieses nicht durch muskulöse Fibern, sondern durch den Zufluss mehrerer Säfte in die Gefälse desselben, wodurch er anschwelle, die gläserne Feuchtigkeit presse und die Krystalllinse vordrücke. Scheinen und Carte-81US 3 nahmen an, durch die Zusammenziehung des Strahlenkörpers werde die Krystalllinse selbst convexer. Junin 4 meint, für entferntere Gegenstande zogen sich die Strahlenfasern zusammen, und brächten die vordere Seite der Kapsel der Krystalllinse etwas vorwärts, dadurch fließe das Wasser in der Kapsel von der Mitte nach dem erhobenen Theile hin, die wasserige Feuchtigkeit aber von dem erhobenen Theile der Kapsel nach der Mitte, und die Vorderfläche der Linse werde weniger convex. Für nähere Gegenstände wirke ein Muskelring an der Iris, der die Hornhaut erhabener mache. Pembenton dagegen glaubte 5, die Krystalllinse habe selbst muskulöse Fibern. welche ihre Krummung den Entfernungen gemäls veränderten. Eben diese Meinung hegen Hunten 6 und Young, welcher letztere gegen Kerlen's Ansicht schon früher einwandte, dals die Strahlenfasern keine Muskeln enthielten 7 und daher vielmehr in der faserigen Structur der Linse selbst das Mittel zur Veränderung ihrer Convexität zu suchen sey 8. Auch Wells hält die veränderliche Form der Linse für die einzige Ursache

¹ Treatise on the eye. Edinb. 1759. II Vol. 8.

² Progr. de ligamentis ciliar. Gott.

⁸ Dioptr. cap. 3.

⁴ Smith's Opt. p. 497.

⁵ De facultate oculi qua ad diversas rerum dist. se accomodat L. B. 1719. in Halleri Disp. Anat. IV. 131.

⁶ Phil. Trans. 1794. p. 21.

⁷ Ebend. 1798. p. 169.

⁸ Ebend. LXXXIII. p. 169. 1801. n. 2. p. 71.

⁹ Ebend. 1811. II. G. XLUI. 129 u. 141.

dieser Einrichtung des Auges, welche durch Muskeln hervorgebracht werde. ALBINUS, dessen Meinung MUSSCHEBBROEK 1 'annimmt, sucht die Ursache in der corona ciliari, beim Sehen naher Gegenstände erschlaffe, wesswegen die von den Häuten geprelste gläserne Feuchtigkeit die Krystalllinse vordrücke, und von der Netzhaut entferne, wodurch auch die Linse Dass nach CAMPER der Petit'sche Canal selbst ilacher werde. die Form der Linse andern soll, und nach SAUVAGES das Anschwellen dieses Canals durch Elektricität bewirkt werde, liegt zu weit von der Sache, als dass es einer weiteren Erörterung bedürfte. Ueberhaupt hat schon Pontenfield gezeigt, dals die Structur der Linse und die Abwesenheit aller Muskeln in derselbes der Hypothese von einer Veränderung ihrer Form als unübersteigliche Hindernisse entgegen stehen. Der hestigste Gegnet Young's hinsichtlich der von diesem vertheidigten Meinung war indels Hosack 3. Er setzt ihm entgegen, dass die Line völlig durchsichtig sey, durch einen muskulösen Bau aber das Licht ungleich brechen müsse. Ausserdem komme man bei der angenommenen Zahl dieser Muskeln in Verlegenheit, indem Young ihrer sechs zwischen jede Lamelle setze, und da Leuwenhoek 2000 der letzteren gefunden haben wolle, so gabe dieses die ungeheuere Menge von 12000. Die feinsten Untersuchungen wollten ihm aber nichts von einer muskulösen Structur der Linse zeigen, und da Patienten auch nach der Staaroperation ohne Linse in ungleiche Entfernungen sehen könnten, so sey die ganze Hypothese Young's zu verwerfen. Dieser will indels das letztere Argument nicht gelten lassen, indem er mit Porterfield behauptet, nach der Operation könne sich des Auge den verschiedenen Weiten nicht mehr anpassen.

Von diesen, im Wesentlichen einander ähnlichen Ansichten verschieden ist Moliner's Theorie, wonach die vier geraden Augenmuskeln bei entfernten Gegenständen die Sklerotica zusammenziehen, und dadurch des Auge verkürzen sollen Bohn und bei entfern dagegen, sie zogen die Sklerotica von der Cornea zurück, und verlängerten hierdurch das

¹ Introd. II. 1884.

² On the eye. I. 442.

⁸ Phil. Trans. LXXXIV. II. 196.

Auge für nahe liegende Objecte. Hosack hat diese Meinung ohne genügende Sachkenntniss vertheidigt, und AUTENRIETH ist ihr beigetreten, indem er außer den geraden Muskeln auch die schiefen hierbei thätig seyn lässt. Später hat OLBERS 2 sie in Schutz genommen, und Ev. Home3 sie sehr in Ansehen gebracht, indem er sie durch mehrere Versuche unterstützte, welchen er in Verbindung mit ENGELFIELD und RAMSDEN vermittelst eines Mikrometers die vermehrte Convexität der Cornea beim Anblick entfernter Gegenstände gemessen haben will. Mit Recht zieht aber TREVIRANUS die Möglichkeit solcher Versuche und die Gültigkeit der daraus erhaltenen Resultate in Zweifel. Inzwischen hat Home seine Hypothese auch später vorzüglich gegen Young 4 vertheidigt, und diesem entgegengesetzt, dass Personen ohne die Krystalllinse nahe und entfernte Gegenstände sehen konnen, wesswegen sehen die hierzu erforderliche Veranderung des Auges in diesem Theile nicht zu suchen sey. Die meisten Anatomen verließen daher jene Meinung, obgleich Beispiele des deutlichen Sehens naher und entfernter Gegenstände ohne Linse unter die großen Seltenheiten gehören. Außer dem Beispiele tibrigens, welches Home zur Vertheidigung seiner Meinung gegen Young erzählt, findet man die Sache auch durch v. HALLER 5 aus fremder und eigener Erfahrung erwähnt. Gegen die Hypothese indess, dass die Veränderung des Auges durch die geraden Muskeln bewirkt werden sollen, hat schon v. Hallen 6 erinnert, dass die Sklerotica zu hart sey, um dem Drucke der Muskeln nachzugeben. Auf allen Fall findet man bei einigen Fischen eine so harte Sklerotica, dals auch noch stärkere Muskeln kein Zusammendrücken derselben bewirken könnten. Vorzüglich aber erinnert TREVIRANUS 7 dagegen, dass die geraden

¹ Handb. der empir. menschl. Physiol. III. 150.

² De Ocul. mut. int. Dieser zeigt durch Rechnung, dass der Halbmesser der Krümmung der Cornea sich nur zwischen 0,333 und 0,800 engl. Dec. Z. zu ändern nöthig hat, um das Sehen aus Entfermungen von 4 Z. bis in unendliche Ferne möglich zu machen.

⁸ Phil. Trans. 1795, 1 ff. 1796, 1 ff.

⁴ Ebend. 1803. 1 ff.

⁵ Elem. Phys. V. lib. XVI. §. 25. p. 514.

⁶ Ebend, V. 516.

⁷ Biol. VI. 526. Auch J. Mils in Magendie Journ. de Phys. VI. 166. verwirft die Adjüstirung der Augen durch die Muskeln, weil diese

Augenmuskeln den Augapfel nur nach vorn umfassen, und keine gleichförmige Pressung hervorbringen können. ferner der Druck so stark seyn könne, um die Hornhant dehnen, zieht er mit Recht in Zweifel, und wäre ein se wirklich vorhanden, so würde dadurch die Netzhaut in H gelegt, der Sehnerv und die übrigen Nerven gegen den G der Augenhöhle gedrängt, und hierdurch das Sehen gestört den. Endlich aber müßte das Auge einen Widerhalt haben die Muskeln müßten dasselbe durch ihre eigene Starrheit sammendrücken, welches Erstere nicht statt findet, aber damit im Widerspruche steht, dass beim Erstarre Muskeln nach dem Tode die Cornea dennoch einsinkt. aber entscheidet sehr dagegen, dass die Augen zuweilen Apoplexieen ihre Beweglichkeit beibehalten, aber ihr Verni sich für nahe Gegenstände zu adjüstiren, einbülsen, wie B selbst beobachtet hat 1, dessgleichen die Resultate der Vers welche Wells 2 und Cutting mit Belladonna - Extract and ten, deren Wirkung die Augenmuskeln nicht afficirte, den aber das Auge weitsichtig machte, so wie endlich die mit ge Genauigkeit gemachten Messungen Young's 3, woraus deutlich folgt, dass weder die Convexität der Cornea, noch Axe des Auges bei ungleicher Entfernung der gesehenen genstände verändert wird. Ein sehr nahe liegendes Argen scheint man weniger beachtet zu haben, nämlich dass viele .gen durch anhaltendes Sehen in gleich großer Entfernung die Beweglichkeit der Muskeln, aber nicht das Vermögen, für andere Entfernungen einzurichten, beibehalten, eine » mentlich bei fleissigen Gelehrten und Geschäftsmännen selten vorkommende Erscheinung.

Eine dritte, vielseitig unterstützte Meinung ist, dis

überall nicht drücken, sondern blos ziehen können. Das über nach seiner Meinung die erforderliche Einrichtung des Auges water Pupille abhängen, diese aber durch Diffraction verschiedene Bilde zeugen and zugleich die Krümmung der, Cornea andern soll, state mir auf gleiche Weise undeutlich und unzulässig.

¹ The London medical Repertory 1816 Vol. V. Journ. of Scients and of the Arts. I. 86.

² Ebend.

⁸ Phil. Tr. 1801. p. 60. ff.

Erweiterung und Verengerung der Pupille das Sehen in ungleicher Entfernung bedinge. Diese hat schon LA HIBE 1 aufgestellt, indem er annahm, die Pupille verengere sich bei Betrachtung naher Gegenstände, wie auch Scheiner 2 beobachtet haben will. Nachdem man diese Hypothese lange nicht mehr beachtet hatte, wurde sie aufs Neue vertheidigt durch Lz Ror ? und v. Haller 4. Letzterer sagt, die Strahlenfasern seyen zu Behwach und nicht muskulös, hingen auch nicht an der Linse, pind bei dem großen Umfange der Grenzen des Sehens mancher Augen müßsten die Wirkungen weit beträchtlicher seyn, als Bewegung und Veränderung der Linse hervorzubringen vermöchten. Ueberhaupt sey im Auge keine Bewegung vorhanden, außer der Erweiterung und Verengerung der Pupille, Juniu's Muskelring sey ein Unding, die Kraft der außern Muskeln zu grob für so feine Veränderungen, auch gäbe die äußere Haut ihrem Drucke nicht nach. Dagegen sey die Verengerung der Pupille völlig hinreichend, die Erscheinung zu erklären, indem auch im ver-Ansterten Zimmern die Bilder naher Gegenstände deutlicher würden, wenn man die Oeffnung verkleinere. Mehrere neuere Physiologen, z. B. Wells 6, Ware 6, Dungliston 7, sind Anhänger dieser Meiming, oder finden mindestens einen Zusammenhang zwischen Fernsehen und Erweiterung der Pupille, weil beide Wirkungen (jedoch nicht allgemein) durch Belladonna-Extract hervorgebracht werden.

Wenn indess die Behauptung auch richtig ist, dass die Pupille sich bei Betrachtung naher Gegenstände mehr zusammenziehe, wie nach den von Olbers angestellten Beobachtungen kaum bezweiselt werden kann, so läst sich dieses leicht daraus erklären, dass von nahen Gegenständen mehr Licht in das Auge

¹ Mém. de l'Ac. de Par. IX. 851, ff. Acc. de la vue §. II.

^{.. 2} Oculus p. 81.

S Mem. de Par. 1755. p. 594.

^{1. .4} Elects Phys. V. 516.

⁵ Phil. Trans. 1811 p. 878.

⁶ G. LIII. 260:

⁷ Annals of philos. 1817. Dec. p. 452.

⁸ De oculi mui, int. p. 11. Bei einer Veränderung der Gesichtsweise von 4 zu 28 Z. veränderte sich die Oeffnung der Pupille bei hm im Verhältniss von 100: 136.

fällt, als von fernen, und dieses bedingt der allgemeinen Erfahrung gemäls die größere oder geringere Weite der Pupille Uebrigens ist nicht füglich abzusehen, wie aus dieser Bedingung der angegebene Effect nach optischen Regeln folgen könne Kurzsichtige pslegen im Gegentheil die Augenlieder mehr zesammenziehen (das sogenannte Blinzeln), wenn sie ferne Gegenstände sehen wollen, allein dieses geschieht, um den Licht reiz des wenigen Lichtes zu verstärken, und dadurch besser z sehen. Man sieht ferner im Mondenschein und beim Tagerlichte, kurz bei sehr verschiedener Lichtstärke nahe und feme Gegenstände mit sehr ungleicher Weite der Pupille, und wen man erst einen nahen, im Dunkeln liegenden Gegenstand betrachtet, und dann einen entsernten sehr hellen, so wird die Pupille im ersten Falle oft doppelt so weit als im letzteren sera abgesehen von denjenigen Beispielen, wonach Personen mit mbeweglicher Pupille in ungleiche Entfernungen deutlich gesehn haben sollen 1. Am wahrscheinlichsten bleibt daher noch die Meinung dersenigen, welche annehmen, dass die Lage der Line durch die Wirkung der inneren Theile im Auge namentlich de Ciliarfortsätze, verändert.werde, indem diese durch ihre Turge-Hierfür spricht der Petit'cenz die Linse etwas vordrücken2. sche Canel, durch welchen eine Bewegung der Linse möglich wird, desgleichen die mit dem Sehen naher und ferner Gegenstände verbundene Erweitererung und Verengerung der Pupille, welche wahrscheinlich mit einer Veränderung des Strahlenkorpers in Verbindung steht, und der bei manchen Thieren vermuthlich für diesen Zweck mehr entwickelte Fontana'sche Canal. Wenn TREVIRANUS 4 eine solche Bewegung der Linse weges

K. Svensk. Wetensk. Handl. 1759, T. I. Journ. de Med. 1762. Mars.

² Vrgl. Pemaraton de facultate octilorum ad diversas rerum conspect. distantias se accommodandi. L. B. 1719. Reil, resp. Kräge de oculi mutat. internis. Halae. 1797. 8. Olisens de oculi mutat. internis. Gott. 1783. 4. J. Ware Observations relative to the near and distant sight of different Persons. Phil. Trans. 1813. 131.

⁸ Rudolphi Phys. II. 214.

⁴ Biologie VI. 521, wo man den Gegenstand ausführlich und mit Nachweisun der Literatur erörtert findet. Einige zu wenig begrüsdete Hypothesen, z. B. von Gain diss. de Visu. Gott. 1758, und von Vallez in Journ. de Physiol. expér. par Magendie 1821. Avril p. 144

der Zartheit aller umgebenden Theile in Zweifel zieht, so kann man entgegnen, dass die zarte Iris sich gleichfalls mit Leichtig-keit bewegt, und dass es bei dem geringen Abstande der Linse von der Retina nur einer unmerklichen Näherung derselben bedarf, um für die entferntesten Gegenstände eingerichtet zu seyn. Selbst dass die Augen so leicht diese Fähigkeit verlieren, lässt sich als Argument dasür ansühren.

Vor Kurzem hat J. Brewster ¹ die vorliegende Frage zu beantworten gesucht, zu diesem Ende sinnreiche Versuche angestellt, und vereinigt, nach dem Ergebnisse derselben, die beiden zuletzt mitgetheilten Meinangen. Er fand nämlich, daß einzelne auf ein Blatt Papier geschriebene Worte, welche er dem Auge in verschiedenen, die Grenzen des deutlichen Sehens auf beiden Seiten übersteigenden Abständen näherte, bei zu geringer Entfernung undeutlich wurden oder ganz verschwanden, wenn sie, obgleich hinlänglich, doch weniger erleuchtet waren, und wieder sichtbar wurden, wenn er directe Lichtstrahlen von einer Kerze ins Auge fallen ließ, um dadurch eine stärkere Zusammenziehung der Papille zu veranlassen. Wurden die Worte dagegen durch zu große Entfernung undeutlich, so machte er sie dadurch deutlicher sichtbar, daß er den Eindruck des stär-

desgleichen in Traité de la Science du Dessin cet. par L. L. VALLES. Par. 1821. 4 p. 266 und 394 können hier nicht erwähnt werden. Letzterer meint, die Lichtstrahlen wurden in der gläsernen Feuchtigkeit so gebrochen, dass sie eine gegen die Aze convexe Curve bildeten, welche vor der Retina mit der Axe tangirend zusammenfiele, so dass also gar keine Einrichtung des Auges für verschiedene Entfernungen nöthig wäre. Diese Hypothese ist indess bloss aus der Lust gegriffen, und streitet ganz gegen die Beschaffenheit der gläsernen Feuchtigkeit und ihre lichtbrechende Eigenschaft. Smonow endlich in Magendie Journ. de physiol. V. 260 will aus den Gesetzen der Lichtbrechong im Auge berechnet haben, dass die Entfernung der Objecte bei der Erzeugung der Bilder auf der Retina keinen Unterschied mache sie möge = 0,25 Meter oder unendlich seyn, und dass sonach gar keine Adjüstirung-des Auges erfordert worde. Da diese Behauptung aber gegen alle bisher mitgetheilte Thatsachen streitet, so begreife ich nicht, wie man sie überhaupt aufstellen kann. Dennoch aber verwirst Macendie, gestützt auf die Autorität Sinonow's, die Adjüstirung der Augen gleichfulls. S. dessen Précis élément. de Physiol. 2me ed. Par-1825. l. 73.

¹ Edinb. Journ. of Science. Nr. L. p. 77.

keren Lichtes vom Auge entferhte, um eine Biweiterung der Pupille zu bewirken. Zum Beweise, das die der Pupille bedingt werde, beruft er sich aufserdem auf die interessans Erfahrung über den Effect der Belladonna, welche mit der Erweiterung der Rupille zugleich Weitsichtigkeit erzeugt, desgleichen dass Kurzeichrige in der Dunkelheit der Nacht bei übrigens hellem Himmel die Abstände der einzelven Sterne in Sternbilde der Pleisden und auch die Umrisse entfernter Berge unterscheiden können. Auf alles dieses gründet er dann den Schlife. 1. dass die Verengerung der Pupille, welche des deutliche Sehen naher Gegenstände begleitet, das deutliche Sehen derselben nicht durch die Verkleinerung der Oeffnung unmittelbar, sondern durch eine andere gleichzeitige Wirkung möglich macht; 2. daß es zwei Mittel der Adjüstirung der Augen giebt, ein willkürliches und ein automatisches; 3. dass in den Fällen, wo die willkürliche Adjüstirung nicht ausbricht, eine automatische durch den Einflus des stärkeren oder schwächeren Lichtes des Mangel ersetzen kann, Hiernach würde also die Einrichtung des Auges zum deutlichen Sehen naher und ferner Gegenstände durch Zusammenziehung und Ausdehnung der Pupille, jedoch nur mittelbar bewirkt, und dieses könnte dann auf keine andere Weise geschehen, als dadurch, dass durch die Erweiterung der Pupille die Linse der Retina näher gerückt, durch Verengerung dagegen weiter von derselben entfernt würde. Indem aber Letzteres auf die bereits angegebene Weise für die so sehr geringen Veränderungen, wie sie erforderlich sind, leicht bewerkstelligt werden kann, so scheint diese Hypothese zur Beantwortung der so lange streitigen Frage völlig genügend.

Form und Beschaffenheit der Augen finden wir den Medien angepalst, worin die Thiere der höheren Classen zu sehen bestimmt sind. Nehmen wir die Beschaffenheit der Augen der Säugethiere als in der Mitte liegend, so sind die Augen der Fische vorn abgeplattet, hinten kugelförmig vorspringend, haben wenig wässerige Feuchtigkeit, eine große mehr kugelförmige Krystalllinse und einen großen Glaskörper, weil sie in einem, das Licht stärker als die Luft brechenden Medio leben. Die Vögel dagegen, welche in der verdünnten Luft sehen, haben viele wässerige Feuchtigkeit, eine flache Krystalllinse, kleinen Glaskörper und das Auge hinten abgeplattet.

Das menschliche Auge unterliegt mehreren Fehlern, welche

m mit Ausschlus der eigentlichen Augenkrankliehten mit dem men Gesichseschler zu bezeichnen pflegt. Nach G. Cullen be es deren drei Hauptarien, die Verdunkelung (caligo) zu auch der schwarze Staar (amaurosis) gezählt werden en, die Gesichtsschwächen (dysapia) und des Felschsekenseeudoblepsis).

1. Unter die bedeutendsten Fehler der Augen gehören die rschiedenen Arten der Verdunkelung. Am gemeinsten ist eine hen angeborne und erbliche, meistens erst in späteren Jahren mälig entstehende, stets zunehmende Trübung der Krystallsse und ihrer Häute, der graue Staar genannt, (cataracta, zligo lentis, gutta opaca) welcher durch Herausziehen er Linse, oder durch Niederdrücken derselben, oder durch erstückelung geheilt wird2. In den beiden letzteren Fällen löa sie sich im ersteren in der gläsernen, im letzteren in der asserigen Fouchtigkeit auf. Bis dieselbe sich wiedererzeugt, mfs zum Ersatz die sogenannte Staurbrelle gebraucht werden, elche so viel convexer seyn mufs, je weitsichtiger die Patienteh orher waren, und bei sohr Korzsichtigen ganz entbeler werden ann. Verdunkelung der gläsernen Feuchtigkeit, und daraus utstehende Blindheit heisst der grüne Staar (glaucoma) renn anders diese Krankheit auf die hier angegebene Weise richtig ezeichnet wird 3. Am gefährlichsten und in der Regel unheilar ist der schwarze Staar (amaurosis, gutta serena), velcher bei anscheinend völliger Klarheit des Auges sich vorüglich durch starke Erweiterung und Unbeweglichkeit der Puille zeigt, und von einer Lähmung des Nerven oder Unmpfindlichkeit der Reuna berrührt, zuweilen aber auch aus einer

¹ Synopsis nosologiae method, ed. quarta. cur. J. P. Frank. Ti in, 1787. 8. deutscht Kurzer Inbegriff d. medic. Nosologie. Leipz. 1786. 5. S. 399. Oh diese Eintheilung in der Sache selbst völlig begründet, ind logisch strenge richtig sey oder nicht, daruber getraue ich mir licht bestimmt zu entscheiden, indess erleichtert sie die Uebersicht, and genügt daher für meinen Zweck.

² Weitläuftig handelt über den grauen Staar und dessen Heilung Wallen d. Krankheiten des menschl. Auges, ein Handbuch für angehende Aerzte. 2te Aufl. Berl. 1822. S. 150.

³ Weller a. a. O. S. 201.

Anhäufung und Stockung der Säste im Kopse, aus allgemeine Schwäche, Kramps oder idurch Giste entstehen kann, wehr von Innen oder von Außen im Körper verbreitet sind. Some in auch die Verdunkelung des Auges eine natürliche Folge wir Flecken und dicken Häuten auf der Cornea, vom Mangel in wässerigen Feuchtigkeit, und von der Verwachsung des Some in welchem Falle durch eine künstliche Pupille Heihung im beigeführt werden kann.

2. Die gemeinsten Fehler, welche unter die Classe de Gesichtsschwächen (dysopia) gerechnet werden könnem, zweitsichtigkeit und Kurzsichtigkeit.

Derjenige Fehler, welcher selten angeboren ist, desto i figer aber das alternde Auge trifft, ist die Weitsichtigkeis, die hiermit Behafteten heilsen eben deswegen Presbyten (preπρεςβύται; presbyopes). Bloss in denjenigen Fa len, wenn Kinder frühe der Vergrößerung wegen bei Verfei gung feiner Arbeiten, z. B. der Spitzen, durch convexe Li sehen, wird auch das jugendliche Auge weitsichtig, auch we den Schiffer und Landleute, welche viel in die Ferne sei nach Anaus leicht weitsichtig und gebrauchen stark verge ssernde Gläser. Ein weitsichtiges Auge ist dasjenige, weld zum deutlichen Sehen eine größere Untfernung bedarf, als gewöhnliche des sogenannten deutlichen Sehens, wobei es w selbst einleuchtet, dass diese von einem Fulse bis zu zwei = drei und mehrere zunimmt. Von diesem Fehler des Auges iberzeugt man sich dadurch, dass die in gewöhnlicher Entser= befindlichen Gegenstände, am meisten mälsig große Schrift, = deutlich und mituhter doppelt erscheint, dass große Schrift in weiterer Entfernung leichter gelesen wird, dals das Auge, in der Nähe zu sehen, vieles Licht bedarf, entfernte Ges stände aber leicht erkennt, und dass ein deutliches Erland naher Gegenstände nur mit Mühe und durch hesondere Ansegung des Auges bei vielem Lichte möglich ist. der Weitsichtigkeit wird daher über Undeutlichkeit des Gester nen, Verdoppelung der Bilder und Schwäche der Augengeibs auch pslegen dann die daran Leidenden, wenn sie beim Kenn-

¹ RICHTER Anfangsgründe der Chirurgie. III. 439. Ware is Fil. Trans. 1813. 1 ff.

Mchte sehen wollen, dieses zwischen das Object und das Auge mi halten, um für letzteres einen stärkern Lichtreiz zu erhalten. Welches Mittel indess dem Auge nachtheilig ist.

In vielen Fällen macht das Alter indels nicht eigentlich weitmichtig; sondern es tritt vielmehr Schwäche des Sehvermägens!
ein, es entsteht Amblyopie, welche mit Fernsichtigkeit verwechselt wird, weil solche Personen die Mangelhaftigkeit ihres
Gesichtes bei nahen und kleinen Objecten zuerst empfinden. Eigentliche Weitsichtigkeit nimmt übrigens mit dem Alter zu, obgleich es Personen giebt, welche lange convexe Brillen gebraucht
haben, und sie dann mit einemmale entbehren können, welches ohne Zweifel Folge einer Vermehrung der wässerigen Feuchtigkeit ist 1.

Die physische Ursache der Weitsichtigkeit liegt in der geringen Erhabenheit der Cornea und der nicht genügenden Convexität der Linse, welswegen zwar der Brennpunct derjenigen Lichtstrahlen, welche von entfernten Gegenständen kommen, die Netzhaut trifft, derjenigen aber, welchen nahe Objecte erzeugen, hinter dieselbe fällt. Unter die seltenen Erscheinungen gehört endlich eine solche Beschaffenheit der Augen, dass weder nahe noch serne Gegenstände ohne convexe Gläser deutlich gesehen werden können, wie nach den Operationen des grauen Staares. Indels hat Janin 2 diesen Fehler beobachtet, dessen Ursache er einer zu großen Flachheit der Linse zuschreibt.

Der entgegengesetzte Fehler ist die Kurzsichtigkeit, wenn das Auge nur von nahen Gegenständen ein scharfes Bild erhält. Diese Abnormität des Auges ist unter den niedern Volksclassen äußerst selten 3, unter den höheren Ständen dagegen zuweilen angeboren und sogar erblich, wird aber bei weitem am häufigsten durch anhaltendes Sehen naher und kleiner Gegenstände, durch vieles Sehen in die Flamme eines Lichtes oder Feuers, oder zu stark erleuchtete Gegenstände 4, hauptsächlich aber

¹ REDQLEHI Phys. II. 215....

² Mem. et Observations sur l'oeil. Par. 1772. 8. p. 1429. deutsch Berl. 1776. 8.

⁸ WARE in Phil. Trans. 1813. J. p. 81. G. LIV. 258.

⁴ Dieser Umstand dient sehr zur Bestätigung der Meinung Baswsten's über die Adjüstirung des Auges. Sehr erleuchtete Gegenstände
ziehen nämlich die Pupille zusammen, ohne dem Auge näher zu kommen, und machen es also künstlich kurzsichtig.

durch Angewöhnung erzeugt, und ist daher ein gemeiner Fehle der Bewohner großer Städte mit engen Straßen, der Gelehrtes welche viele kleine Schrift lesen 1, und derjenigen, welche an Die hieren Leidender unterbrochen feine Arbeiten verrichten. nennt man Myopen (myops. von ною schließen und аф d Auge, wegen des gemeiniglich damit verbundenen. Blinzeln und rechnet darunter alle diejenigen, bei denen die Weite d deutlichen Sehens geringer ist, als 8 Par. Zolle, von welch Grosse sie bis zu 2 Z. und weniger abnimmt. In der Regel i das kurzsichtige Auge sonst gut und dauerhaft 2, sieht bei wi nigem Lichte scharf, und unterscheider in der Nähe deutlig kleine Gegenstände. Weil es aber Anstrengung erfordert, beid Augenaxen auf den nämlichen Punct zusammenzubiegen, diese aber bei einem niederwärts gehaltenen Objecte leichter ist, als be einem höheren, die hieran einmal gewöhnten Augen sich indel für letzteres leichter auf einen entfernten Punct richten, so wer den Kurzsichtige leicht übersichtig, (statt dass Presbyten für neh Gegenstände leicht niedersichtig sind) 3, lesen gern klein Schrift und schreiben eine kleine Hand, um viel in einem nehen Raume zu übersehen und eine zu starke Bewegung der Angen oder des Kopfes zu vermeiden. Sehr Kurzsichtige, welche zugleich viel lesen müssen, und um den Kopf nicht zu sehr niederzubeugen, die Bücher in einer Hand halten, nehmen leicht die Gewohnheit an, das zu Lesende seitwärts zu halten, wodurch indels den Augen der Nachtheil zuwächst, dals entweder das eine Auge, indem es gegen die Nase gerichtet ist, ganz unthätig bleibt, oder dass beide Augen eine verschiedene Weite des deutlichen Sehens annehmen. Indem ferner die Kurzeichtigen weder diejenigen, mit denen sie reden, poch die umgebenden Gegenstände genau sehen können, so benimmt dieses ihres Augen die Klarheit, und erzeugt eine Art von Stumpfheit und Unbeholfenheit im Benehmen. Die physische Ursache der Kunsichtigkeit liegt in einer zu großen Convexität der Cornea und der Krystalllinse, wesswegen sie auch am hausigsten den dicken

¹ Blacous in Phil. Tr. 1813. p. 110.

² Ob diese häufig geäusserte Meinung bestimmt gegründet sey, besweiselt Runozem Phys. II. 215.

^{8 &#}x27;VIETH bei G. LVIII. 241:

und hersterstehenden Angen eigen ist, oder in einer zu großen Entfernung der Krystalllinse von der Netzbaut.

Man sollte glauben, dieser Fehler müsse mit zunehmendem Alter von selbst geringer werden oder ganz aufhören, allein die Erfahrung ergiebt das Gegentheil die Welches Anams sehr richtig vom gewohnten Gebrauche der Gläser ableitet, wozu man setzen kann, dass die ihn erzeugenden Utsachen gewöhnlich fortzudauern pflegen. Er wird daher nur dann mit der Zeit abnehmen, wenn kurzsichtige Personen sich viel im Freien aufhalten, und sich fortwährend anstrengen, fern und stufenweise entferntere Gegenstände zu sehen, z. B. auf der Jagd u. drgl. 2.

Art von Kurzsichtigkeit derjenigen, welche hauptsächlich durcht anhaltendes Lesen und Schreiben, und damit verbundenes und ausgesetztes Betrachten der Gegenstände in einer gewißen und gleiche Entfernung die Fähigkeit des Auges, sich für ungleiche Entfernungen einzurichten, verlieren. Auch bei diesent werden, wie bei den eigentlich Kurzsichtigen, entfernte, und bei den Weitsichtigen, nahe Gegenstände kein scharf begrenztes, sondern ein undeutliches, breites, verworrenes und deppeltes Bild hervorbringen. Manche Augen sollen auch der eigenthümlichen Abnormität unterworfen seyn, das sie Gegenstände in der gehörigen Gesichtsweite deutlich erkennen, entferntere aber, bis auf einige hundert Fuß, nur undeutlich sehen, dagegen auf noch größere und sehr große Entfernungen wieder geharfe Bilder geben. Ist dieses wirklich der Fall, so läßt es

¹ WARE bei G. LIV. 273.

² Eine lächerliche, und mit sich selbst im Widerspruche stehende Behauptung hat Baldwin zu Prescot aufgestellt, indem er durch Erfahrung gefunden haben will, dass kurssichtige Augen durch convexe Gläser und weitsichtige durch Hohlgläser ihren normalen Zustand wieder erhalten haben sollen. Dass dieses nicht seyn könne, ergiebt sich bald. Ist nämlich der Pehler so bedeutend, dass Gläser gebraucht werden müssen, so können diese Augen durch die entgegengesetzt wirkenden Gläser gar kein Bild erhalten, und daher die erforderliche Anstrengung nicht üben. Ueberhaupt wäre es viel zweckmäsiger, gar keine Gläser zu gebrauchen, und hierdurch den normalen Zustand durch allmälige Uebung wieder hersustellen, wie auch ost geschieht. S. Menthly Magaz. 1805. Dec. p. 421. G. XXVI. 361.

sich nicht anders als deraus erklären, dals des Auge die Adisstirung für geringere Entfernungen überspränge.

Noch muss ich hier einer Hypothese gedenken, welch JOHN STACK 1 aufgestellt hat, und welche, so unwahrsches lich sie auch an sich ist, doch nicht anders widerlegt werdet kann, als durch Untersuchung der Brechungskraft von Line kurzsichtiger und weitsichtiger Augen. Er behauptet nämlich beide Fehler seyen Folge einer veränderten Dichtigkeit mit Brechungskraft der in der Linse enthaltenen Flüssigkeit 2. De ser Behauptung nähert sich auch ein großer Kenner der op schen Gesetze, DAVID BREWSTER, in seiner Erklärung eine auffallenden Abnormität des Sehens, welche G. B. AIRT seinem linken Auge wahrnahm. Zuerst schien es diesem nalich, als konne er mit diesem Auge gar nicht sehen; bald 🖦 deckte er jedoch, das ihm runde Gegenstände elliptisch erschienen, und genauere Untersuchungen ergaben, dass die Brechme des Lichtes in diesem Auge stärker war in einer mit der vertich len Linie einen Winkel von 35° bildenden Ebene, als in eine auf diese normalen. BREWSTER meint, dieser schon sonst beoblachtete Fehler müsse in einer cylindrischen Krummung der Cornea liegen, wie sich aus einem von dieser reflectirten Bilde ergeben würde, oder wahrscheinlicher in einer mangelhaften Symmetrie in der ungleichen Dichtigkeit der Krystalllinse 3. Unter die höchst seltenen Abnormitäten gehört ein solcher Fall zuverlässig, und verdient daher, wenn er vorkommt, eine sorgfälige Beachtung. Einen ähnlichen abnormen Bau zeigt übrigens die oben mitgetheilte Beobachtung an, welche Ти. Young an seinem eigenen Auge machte, dass bei diesem die Weite des deutlichen Sehens nach den Versuchen mit Pontenfield's Optomter 10 engl. Zolle betrug, wenn der feine Einschnitt in den

¹ Transact, of the Royal Irish Academy. Dublin 1788. 4 T. I. is Gren J. IV. 45.

² Ausführlich handelt über die beschriebenen Fehler der Ausführlich handelt über die beschriebenen Fehler der Ausführe Ware in Phil. Trans. 1813. I. G. LIV. 253. Vergl. La Hiar in Mém. de l'Acad. IX. 355. Bozzaave de Morbis ogulorum praelectiones publicate Gott. 1750. Dessen Abhandlung von den Angenkraukheiten und derelben Cur. Uebers. von G. F. Clauden. Nurnb. 1751. Weller Disteriafür gesunde und schwache Augen. S. 156.

⁸ Ediub. Journ. of. Sc. Nr. XIV. p. 822.

Aleche: vertical stand, und nur 7 Z., wann derselbe die horisontale Richtung hette 4.

Die beiden genannten Fehler der Augen, nämlich Kurzzächtigkeit und Weitsichtigkeit, welche Kerlen 2 nach langem
Nachdenken zuerst erklärte, und damit die Witkung der Brillen
zu Uebereinstimmung brachte, lassen sich durch Linsengläsen
aufheben, worauf zugleich ein Beweis von der Richtigkeit der
derch jenen großen Geometer aufgestellten Theorie des Sehena
gegründet werden kann.

Brillen; perspicilla; lunettes, besicles, lorgnettes; spectacles; nennt man diejenigen Linsengläser, welche die unrichtige Weite des deutlichen Sehens compensiren, und demnach entweder convex oder concav seyn müssen. Beide Feller der Augen, nämlich Weitsichtigkeit, wobei die Bilder nahe: Gegenstände hinter die Netzhaut fallen, und Kurzsichtigkeit, wobei die Bilder entfernter Gegenstände dieselbe nicht erreichen, nebst der Art der Compensation dieses Mangels durch Lansegläser lassen sich durch Zeichnung leicht anschaulich ma-rig. chen. Bei jenen wird nämlich die Vereinigung der, von dem 215. nahen Objecte AB aus dem Puncte C ausgehenden Strahlen in k, also hinter der Retina geschehen; durch die vorgehaltene convexe Linse ll aler werden sie stärker zusammengebogen, und vereinigen sich auf der Retina in f; bei diesem aber fällt der Verei-216. nigungspunct de von dem entfernten Objecte ausgehenden Strahlen vor die Netzhut in k, wenn sie nicht vorher durch die concave Linse Il auseitander gebogen werden. Aus dieser einfachen Ansicht der Sache gehen folgende unbestreitbare Sätze her-1. Conservationstrillen oder Präservativbrillen, wenn man darunter solche versieht, welche das Ange gesund erhalten, gegen Schwäche oder Vergerben schützen, oder dem schwächen und verdunkelten Auge hellere und schärfere Bilder geben sollen 3, kann es der Natur der Sache nach nicht geben, weil Gläser mit gebogenen Flächen jederzeit die Weite des demlichen

¹ Eine Abnormität, der hier angegebenen wahrscheinlich ähnlich, welche Fischen heobachtet hat, wird weiter unten bei den Gesichtsschwächen erwähnt werden.

² Paralip. ad Vitell. p. 200.

³ Diesen Irrthum könnte auch Wezlen a. a. O. S. 190 leicht ezzeugen.

Schens verändern, mit parallelen Flätchen aber keine under Wirkung auf das Licht hervorbringen, als eine ihrer Helligheit und Durchsichtigkeit umgekehrt proportionale Verminderung de-Brauchbar sind daher in dieser Hinsicht bloss die sogmannten Staubbrillen, dilme, helle Glaser mit parallelen Fichen, welche also die entstehenden Bilder im Auge gar nick modificiren, so gefalst, dass sie das Auge gegen Stanb oder ser stige, dasselbe verletzende Körper schützen. Lit das Auge st reizbar, in welchem Falle das schwächers grüne Licht wolthatig wirkt, so wendet man auch grübe Gläser hierzn an, we diese gleich für gewöhnliche Brillen nach Anams verwerf sind. Man nennt indels auch Brillen mit langer Brennwis, welche daher bei dem wenig abnormen Auge und anfangend Veränderung der gehörigen Gesichtsweite anwendbar sind, Coservationsbrillen, und diese sind allerdings zulässig, obgleich das Auge, strenge genommen, nicht conserviren, vielmer künstliche Bilder gewöhnen.

2. Wie die Brillen für jedes abnorme Auge beschaffensen müssen, ergiebt sich leicht, wenn man berücksichtigt, die sie die, aus einer für das Auge unpassenden Entfernung genthenen Objecte künstlich an den Ort des deutlichen Sehens brigen sollen. Für convexe Linsen sey daher 1 die Fntfernung des Brenspunctes von denselben = f, der Abstand des Cojectes = b; der Abstand des Bildes \Rightarrow d; so ist allgemein $\hat{i} = \frac{bf}{h - f}$. Der Weitsichtige bedarf aber eines Glases, welches von nahen Gegenständen um die Weite b entfernt, ihn das Bild so ins Auge bringt, als sey es in der Entfernung sanes deutlichen Sehens welche hiernach also = d seyn muss. Indem aber das geschen Bild an der von dem Auge abgewardten Seite der Linse son soll, so wird $d = \frac{-bf}{b-f}$, and hierars $f = \frac{bd}{d-b}$; $d = \frac{bd}{d-b}$ die convexe Linse mus so geschliffen seyn, dass ihre Brent weite dem Producte der Weite des deutlichen Sehens in die Weite des Gegenstandes vom Glass dividirt durch den Unterschied beider gleich ist.. Wünscht also jemand, welcher in der Entfernung von 24 Z. deutlich sicht, ein Linsenglas, welches

^{1 8.} Linsengläser.

die Bilder der aus der Nähe zu betrachtenden Obote in diese Entfermang setzen soll, so wird die Brenzweite = 12 Z. seyn. Für ein Auge, welches Gegenstände in Ester Entsernung deutlich sieht, kann man d unendlich groß ezen, wodurch f = b wird, d. h. dasselbe sieht durch jedes invexe Glas Gegenstände deutlich, welche sich im Brennancte desselben befinden, wie dieses der Fall bei den Lou-Rür Hohlgläser, deren sich Kurzsichtige bedienen, ist Indem aber bei diesen Gläsern gleichfalls das Bild af der vom Auge abgewandten Seite seyn muls, so wird $= \frac{fb}{b+f} \text{ und hieraus } f = \frac{db}{b-d} \text{ mit der obigen Formel}$ lentisch. Das Hohlglas muss also bei gleich starker, aber umekehrt abnormer Beschaffenheit des Auges auf gleiche Weise oncav seyn. Wäre z. B. die Weite des deutlichen Sehens 4 🗓, so wiirde die negative Brennweite 🤧 💳 8 Z. seyn. Wäre las Auge nicht kurzsichtig, also d = b, so würde f = 00, d. 1. das Glas mülste von ebenen Flächen begrenzt seyn, bei einem mendlich kurzsichtigen Auge aber würde b = 0, und somit uch f = 0 werden. Für ein solches Auge also, welches um zu sehen, vom Objecte unmittelbar berührt werden mülste, ist ein Hohlglas möglich.

3. Hieraus ergiebt sich zugleich, auf welche Weise Brillen itsgesucht oder verfertigt werden können. Man darf nämlich zur für das abnorme Auge diejenige Weite in Par. Zollen messen, in welcher dasselbe ohne Anstrengung und am leichtesten mäßig große und nicht zu stark erleuchtete Gegenstände deutlich erkennt, am besten beim Lesen gewöhnlicher Schrift, so mind die übrigen Größen zur Bestimmung der Brennweite des erforderlichen Glases gleichfalls bekannt. Hält man z. B. einem Presbyten mäßig große Schrift bei mittlerer Erleuchtung so hin, taß er dieselbe deutlich und ohne das gewöhnliche Verwirren und Doppeltwerden der Buchstaben unterscheidet, findet dann die Entfernung vom Auge = 18 Z., so giebt die Formel die Brennweite eines für ihn tauglichen Glases f = $\frac{8 \times 18}{18 - 8}$ = 14,4

Z. Hierbei ist indels wohl zu berücksichtigen, dass der Er-

fahrung nach die nach dieser Formel ausgesuchten oder ver rigten Gläser zu scharf sind, d. h. die Gesichtsweite zu statu pensiren, entweder weil die Annahme von 8 Z. für die die tia visionis distinctae zu klein ist, oder weil die durchi Gläser bewirkte scharfe Begrenzung der Bilder hierbei von b Geübte Künstler und erfahrene Brillenhändler wie dieses indess, und nehmen bei der Wahl der bestellten G hierauf Riicksicht, so dals die Methode für diese ohne Nach anwendhar ist. Will man indess die Brillen von gemeinen Ha lern kaufen, wodurch man bei der jetzigen Vollkommenheit Fabrik-Anstalten für geschliffene Gläser nicht durchaus schle erhalt, so kann man die passlichen leicht durch Probiren fin indem man diejenigen aussucht, durch welche das Auge in lerer Weite des deutlichen Sehens ohne Anstrengung und d übermäßige Schärfe der Bilder, ingleichen ohne auffallende Ve größerung oder Verkleinerung der gesehenen Objecte demb Man kann die Probe zweckmelsig auch darauf ande nen, dass man beim Fehler der Kurzsichtigkeit entlegene, b entgegengesetzten Fehler der Weitsichtigkeit aber nahe, bekann in der Umgebung befindliche, Objecte ohne besondere Anste gung betrachtet, und auszumitteln sucht, ob das Auge sie des lich und ohne merkliche Beschwerde erkennt. scharf, wenn der Weitsichtige bei ihrem Gebrauche das det lich und ohne Anstrengung zu Sehende näher, der Kurzsichte aber weiter vom Auge halten muss, als in der mittleren dittetia visionis distinctae, und so umgehehrt.

Hierbei ist aber Folgendes wohl zu berücksichtigen. Is dem das Urtheil über Entfernung, Größe und Gestalt der geschenen Gegenstände auf einer durch lange Uebung erhalten Fertigkeit der Schlüsse aus den im Auge erzeugten Bilden ruhet, jedes Brillenglas aber das gesehene Object an einen dern Orte zugleich auch etwas verkleinert oder vergrößen überhaupt in anderen Verhältnissen und modificirt zeigt, so sindet sich das Auge beim Gebrauche desselben in einer standet sich das Auge beim Gebrauche desselben in einer wohnten Thätigkeit, dieses erzeugt eine zwar unnöthige, aus meistens wirklich vorhandene, größere Anstrengung, und est hieraus gewöhnlich entspringende, zuweilen schmerzhafte bemüdung. Hierin liegt der Grund, daß manche, mit optische Werkzeugen nicht vertraute, Personen anfangs durch dieselber gar nichts zu sehen behaupten, die Größe des Gezehenen s

spie anfangs sehr passend für die Augen gefunden wurden, bald beiselben schmerzhaft afficiren. Fiscura 1 sagt daher sehr richtig, man muß durch optische Instrumente sehen lernen. Indels sucht das, an den Gebrauch der Gläser einmal gewöhnte, Auge stets die größte Schärfe und Bestimmtheit der Bilder, welche in der Regel durch etwas zu scharfe Gläser gegeben werden. Man wählt daher leicht diese, gewöhnt das Auge an dieselben, und vermehrt durch wiederholten Uebergang zu solchen Gläsern den Fehler der Augen 2.

4. Man kann es kaum als Regel annehmen, dass beide Augen auf ganz gleiche Weise an einem oder dem andern der genannten Fehler leiden, indem eine ungleiche Weite des deutlichen Sehens mindestens unter die sehr gewöhnlichen Ausnahmen gehört 3. Ist indess ersteres der Fall, so ist zugleich erforderlich, dass beide Gläser einer Brille eine gleiche Brennweite Bei convexen lässt sich dieses finden, wenn man die Brennweite derselben empirisch durch die Erzeugung eines, Bildes hinter denselben 4 sucht, bei Hohlgläsern aber, welche nur einen imaginären Brennpunct haben, und daher kein wirkliches Bild erzeugen, kann man die Probe machen, indem man einen entfernten, in der horizontalen Ebene ausgedehnten Gegenstand. z. B. den First eines Daches, durch beide in einiger Entfernung von einem Auge gehalten, betrachtet, und prüft, ob beide den gleich entfernten Gegenstand in gerader Linie, gleich weit und auf gleiche Weise verkleinert zeigen. Der Gebrauch eines einzelnen Glases ist daher nachtheilig, weil dadurch jederzeit nur ein Auge angestrengt wird, und hieraus für die beiden Augen eine ungleiche Weite des deutlichen Sehens entsteht. Verwerflich ist daher auch der Gebrauch der großen, biconvexen, sogenannten Leseglüser der Presbyten, weil die in beide Augen zugleich fallenden Lichtstrahlen zu weit von der Axe des Glases durchgehen, und die Bewegung der Hand, worin desselbe in wechselnden Abständen vom Auge gehalten wird, die Erzeu-

¹ Lehrbuch d. mech. Naturlehre. Berl. 1819. II. 192. u. 221. Britte Aufl. Berl. 1887. II. 202.

² WARE in Phil. Tr. 1813. p. 51. BLAGDER ebend. 8. 110.

⁸ Weller Dictetik u. s. w. S. 215. Vergl. weiter unten.

^{4 8.} Brennweite Th. 1. 8. 1223.

gung fester und sich gleichbleibender Bilder hindert. Hien keimmt noch der unangenahme Glanz des von der Oberlich dieser Gläser reflectirten Lichtes, welcher den Augen schillich ist.

- 5. Eine Vergrößerung oder Verkleinerung der durch Brilen betrachteten Gegenstände sollte in sofern billig nicht stattfaden, als blos eine Abnormitat des Auges zu compensiren it. Weil aber das Brillenglas dem Auge das Object in die Entfenung seiner Brennweite setzt, zugleich aber unter demjenige optischen Winkel zeigt, als wenn es sich in der Entfernung de deutlichen Sehens befände; so muss nach denjenigen Gesetzen, worauf das Urtheil über die Große der gesehenen Gegenstände beruhet, das convexe Glas vergroßern, das concave aber verkleinern, u. z. in dem Verhältniss der Weite des deutlichen Sehes zu der Entfernung, aus welcher die Strahlen durch ein Glas von gegebener Brennweite zur Vereinigung gebracht werden, oder $\frac{d}{h}$ mal $=\frac{f}{f-h}$. Nehmen wir also die Weite des deutliche Sehens sur Presbyten zu 12; 24 und 36 Z. statt der regelmäßgen 8 Z. an, so bedürfen diese convexe Linsen von 24; 12 ml 10,3 . . Z. Brennweite, deren Vergrößerung also = 1,5; 3; 4,5 fach ist. Für Kurzsichtige liegt das durch die Linse erzeugte Bild näher als das Object, und mus daher verklemen erscheinen, insofern auch hierbei die nämliche des optischen Winkels stattfindet, u. z. im Verhältniss von $\frac{b}{d} = \frac{b+f}{f}$. Ist demnach die Weite des deutlichen Sehes bei diesen = 6; 4 und 2 Z., so sind die Brennweiten der erforderlichen Gläser = 24; 8; 2,66... halb, mithin die Verkleinerungen 1,33 .. 2; 4.
- 6. Die Brillen, sowohl mit concaven als mit convexen Gisern, müssen die von den mit kugelförmigen Oberflächen geschliffenen Linsen unzertrennlichen Fehler haben, nämlich die Abweichung wegen der Kugelgestalt und die Farbenzerstreung u. z. beides in einem deste höheren Grade, je kurzer ihre Branweiten sind. Für den praktischen Gebrauch ist dieses indes wenig oder gar nicht bedeutend, weil bei dem geringen Duchmesser des das Bild im Ange erzeugenden Lichtkegels die sammtlichen hierzu gehörigen Lichtstrahlen nahe bei der Axe der Glüstern.

r liegen, wo heide Fehler verschwinden. Indess folgt hieris so viel, dass die vortheilhafteste Stellung des Auges zum lase diejenige sey, wenn die verlängerten Axen beider zusamenfallen, die nachtheiligste dagegen, wenn das Object am eitesten von der Axe des Glases entsernt durch den Rand desiben gesehen wird. Mit Recht fordern daher die Augenärzte 1, as das Auge so genau wie möglich nur durch die Mitte des ilases sehen soll.

Um den genannten Fehlern zu begegnen, hat Galland. Cherveux Gläser mit cylinderförmigen Oberflächen vorgechlagen, welche aus zwei Segmenten eines Cylinders mit sich lurchkreuzender Axe und Oberfläche bestehen sollen 2. Sie verden meistens achteckig geschliffen, erreichen aber den angegebenen Zweck nicht, und geben, vorzüglich wenn die Cylinler von kurzen Radien sind, außerhalb der Mitte auffallend rerzerrte Bilder³, weiles äußerst schwierig, vielleicht unmöglich ist, die beiden Flächen genau zu centriren 4. Am zweckmäßigsten, und den genannten Fehlern am wenigsten untworfen sind die durch Wolaston 5 angegebenen periskopischen Brillen, welche aus einem Meniscus für das weitsichtige Auge, und aus einem convexconcaven Glase für das kurzsichtige bestehen.

7. Brillen mit hornenen Blendungen und breiten Fassungentind nicht bloß unnütz, sondern auch nachtheilig, indem das Auge ohnehin seine natürliche Blendung hat, und durch die künstliche Begrenzung des Gesichtsfeldes und den Schatten, welchen der undurchsichtige Körper auf dasselbe wirft, nachtheilig afficirt wird. Die grüne Farbe der Gläser verwirft

¹ Weller Diätetik u. s. w. S. 198.

² Annals of Phil. VII. 324. Kastner deutscher Gewerbsfreund. Halle 1818. S. 285. Edinburgh Encyclopaedia XV. 509.

⁸ Vergl. Ann. of Phil. VIII. 314.

⁴ ALTMÜTTER bei G. LVIII. 487. Solcher cylindrischer Brillen, nach zwei ungleichen Cylindern geschliffen, bediente sich G. B. Atav, um seine oben erwähnte seltene Abnormität des linken Auges zu compensiren s. [Edinb. J. of Sc. KIV. 322, und in einem solchen Falle sind sie allein brauchbar. Dort sind auch die Radien angegeben, wonach solche Gläser für ein individuelles Auge geschliffen werden müssen, die sich aus den Brechungsgesetzen übrigens von selbst ergeben.

⁵ Phil. Mag. XVII. Nicholsons J. VII. 143. J. de Ph. LXXVIII. 305. u. a. a. O.

(oculus artificialis, ocil artificiel); wie solche schonline vielfach 1, namentlich durch Huverns 2 angegeben und det Wolf 3 ausgeführt sind. Weit vollkommener ist das von Anam beschriebene, welches zugleich Form und Bestandtheile des ges nachbilden soll. Dasselbe besteht daher aus einem fein hölzernen, kugelförmigen Körper auf einem Gestelle. Auf vordern Seite befindet sich die Oeffnung eines natürlichen! ges durch gefärbtes Glas dargestellt, deren Mitte, die Pm nachbildend, durchsichtig bleibt. Hinter dieser befindet eine mattgeschliffene Glasscheibe, auf welche die erzes Bilder, wie auf der Retina, sichtbar sind. Um diese vorzubringen wird innerhalb der Kugel zwischen des S und die künstliche Retina eine von drei, zu diesem App gehörigen, Linsen eingesetzt. Diejenige, deren Brenne die mittlere ist, giebt dann ein deutliches Bild entfernter be Gegenstände auf der Glasscheibe, welches durch ein vorgelich nes Brillen - oder Lorgnetten-Glas undeutlich wird; die ze von der kürzesten Brennweite dagegen zeigt ein verwond Bild, welches durch ein vorgehaltenes convexes Linsenglas undeutlicher, durch eine concave Linse aber vollkommende lich wird; die dritte von der längsten Brennweite endliche zeugt gleichfalls ein verworrenes, durch eine vorgehalten o vexe Linse aber deutlich werdendes Bild. Die erste zeigt als normale, die zweite das kurzsichtige, die dritte dagege weitsichtige Auge. An diesem Apparate, welchem die Filig keit des natürlichen Auges mangelt, sich für ungleiche Enter nungen einzurichten, kann man noch auf eine andere Weise Wirkung der Brillengläser zeigen. Giebt nämlich ein Obed! mittlerer Entfernung ein deutliches Bild, so werden die sehrwen und die sehr nahen undeutlich seyn, erstere aber durch ein wif concaves, letztere durch ein convexes Glas deutlich erschieß wonach also in jenem Falle ein Auge dargestellt wird, wird, die Gegenstände näher haben will, in diesem aber ein sie welchem sie weiter weggerückt werden müßten, um sie zu erkennen.

¹ Haller El. Phys. V. 469.

² Priestley Gesch. d. Opt. 8. 143.

⁸ Nützliche Vers. III, 481.

⁴ Essay on Vision. cet.

KRIES 1 hat diesen Apparat sehr zweckmälsig vereinfacht. Fig. A ist eine hohle Kugel von leichtem Holze oder Papier - maché 217. auf einem Gestelle. In e befindet sich eine biconvexe Linse, welche von entfernten erleuchteten Gegenständen ein Bild in ihrem Brennpuncte erzeugt, und auf der mattgeschliffenen Glasscheibe d sichtbar macht. Letztere befindet sich in einer beweglichen Röhre, und kann vermittelst derselben der Linse e mehr genähert oder von derselben entfernt werden. vordere Ende nach einem auf der Oberstäche des verschiebbaren Rohres' befindlichen Zeichen so gestellt, dass es sich in b befindet, so fällt der Brennpunct der Linse e für 12 bis 15 F. entfernte Gegenstände auf die Scheibe d, es wird daselbst ein vollkommen klares Bild erzeugt, und der Apparat stellt das normale Auge vor, welchem die Bilder durch ein Hohlglas f oder eine convexe Linse g verdunkelt werden. Stellt man das vordere Ende der Röhre dagegen in a, so fällt das deutliche Bild hinter die Scheibe d, und die Maschine stellt das weitsichtige Auge vor, welchem die Bilder durch das Brillenglas g deutlich gemacht werden; zieht man dieselbe dagegen bis c zurück, so fällt das Bild vor die Scheibe d, und wird, wie beim kurzsichtigen Auge, durch das Lorgnettenglas f deutlich. Dass man endlich auch hiermit den Unterschied des Fernsehens und des Nahesehens anschaulich machen könne, versteht sich von selbst.

Die Brillen konnten den Alten bei ihren Begriffen vom Sehen nur durch den Zufall bekannt seyn; allein anch dieses ist unwahrscheinlich, obgleich sie die vergrößernde Kraft einer mit Wasser gefüllten Glaskugel kannten. Eben so redet auch Alhazen im zwölften Jahrhunderte bloß von der Vergrößerung der Gegenstände, wenn man sie an die Ebene des größeren Segmentes einer Glaskugel hält. Dagegen sucht Smith zu beweisen, daß Roehn Baco, welcher 1292 starb, die Wirkung der concaven und convexen Gläser kannte, welches auch aus den angeführten Stellen desselben unverkennbar hetvorgeht. Ob sie

¹ Uebers. d. a. Werks.

² Seneca quaest. nat. I. 6.

³ Optica. VII. theor. 118.

⁴ Lehrbegr. d. Opt. 8, 376, wo die Geschichte der Erfindung der Brillen ausführlich abgehandelt wird.

⁵ Vergl. Roger Buc. specula math. und Rog. Bac. Perspectiva. Marburg 1614. 4. Molyssex Diopt. p. 256.

indels durch ihn bekannt wurden, ist eine andere Frage, wo für sich bloss Muthmalsungen aus der Bekanntschaft seiner Schaft ten in Italien aufstellen lassen. Gewiss dagegen ist, das sie i Anfange des 14ten Jahrh. in Italien bekannt waren, und setzt daher ihre Erfindung meistens zwischen 1280 und 131 In der Kirche Maria maggiore in Florenz nämlich befand and ehemals die Grabschrift eines Florentinischen Edelmannes SALVE NO DEGLI ARMATI, welcher 1317 gestorben war, und Erfinde der Brillen (Inventore degli occhiali) genannt wird 1, und Ban führt bei Spon 2 aus einer Chronik in der Bibliothek der Prece germonche von St. Catharina zu Pisa folgende Stelle an: Fra Alexander de spina ocularia ab obliquo primo facta, et comu nicare nolente ipse fecit et communicavit cordi hilari et ve lente. Dieser Monch, welcher meistens der Erfinder der Brille genannt wird, starb 1313. Indem nun auch das Wörterbuch de academia della Crusca beim Worte: occhiale erwähnt, dass de Bruder Johdan de Rivalto, welcher 1311 zu Pisa starb, in ener 1305 gehaltenen Predigt gesagt habe, die sehr nützliche Erfindung der Brillen sey vor noch nicht zwanzig Jahren gemacht so unterliegt es kaum einem Zweifel, dass sie in Italien mit zwar um die angegebene Zeit gemacht wurde 3.

Unter die Gesichtsschwächen gehört das sogenannte Tagehen, Nachtblindheit, Hühnerblindheit (Nyctalopia, visus
diurnus. Borne.), wenn das Auge selbst bei mittlerer Taghelle nicht sieht, sondern nur bei hellstem Sonnenlichte Gegenstände zu erkennen vermag 4. Sauvages 5 erwähnt, dals dies
Krankheit einst in der Gegend von Montpellier epidemisch gewesen, und aus einer Abstumpfung der Gesichtswerkzeuge durch
feuchte und nebliche Herbstluft entstanden sey. Einen ähnlchen Fall erzählt NICOLAI 6, und LASERRE 7 berichtet, der
Fehler sey bei einem Mädchen so auffallend gewesen, die

^{. 1} VOLKMANN'S Nachrichten von Ital. I. 542,

² Recherches curieuses d'antiquité. diss. 10.

³ Vergl. Hutton Dict. Art. Spectacles.

⁴ Balcos erzählt einen merkwürdigen Fall von angeborner Nackblindheit in Phil. Tr. 1684, XIV. 560.

⁵ Nosologia methodica Amst. 1768. 4. I. 732.

⁶ Abhandl. von den Fehlern des Gesichts. Berl. 1754. 8. S. 15.

⁷ Ephemerides Natur. Curios. Dec. II.An VI. Obs. 79.

Leses bei Nacht selbst ein helles Kerzenlicht nicht sehen monte, bei Tage aber alle Gegenstände so gut erkannte, als ob be das beste Gesicht hätte. Ist der Fehler angeboren, wie ton Lowthnor ein Beispiel angeführt wird 1, so ist er Folge son natürlicher Unempfindlichkeit der Retina. In den Tropensegenden, in China, Barbados, auf den Maldiven und Molucken. m Mosambique und Brasilien soll dieses Uebel sehr gemein seyn and in einigen Orten so häufig, dass oft von zwanzig Menschen siner daran leidet, vorzüglich solche, die blaue oder graue Augen haben 2. Der entgegengesetzte Fehler ist das sogenannte Nachtsehen, die Tagblindheit (Hemeralopía, visus nocturnus; vue de hibou, de chat etc.) wenn wegen übergrofser Reizbarkeit der Retina jeder Lichteindruck empfindlich ist, und daher die Gegenstände bei sehr wenigem Lichte erkannt werden können. In einem geringeren Grade ist dieser Fehler bei vielen Nervenübeln vorhanden, nimmt aber oft in einem solchen Grade zu, dass jeder Lichtstrahl ausgeschlossen, und fast' alles Licht abgehalten werden muss; (Lichtscheue; Photophobia) Ein Beispiel dieser Art von einem Tonkünstler, dem eine springende Saite das Auge verletzte, erwähnt Thümmie 3, und ein anderes Boerhave 4 von einem Engländer, bei welchem der Fehler durch langen Aufenthalt im Gefangnisse entstand.

Verschiedene Thiere, namentlich die Fledermäuse, Eulen und mehrere Nachtraubthiere haben die Fähigkeit, bei wenigem Lichte zu sehen, und eine vorzüglich große Empfindlichkeit der Augen gegen das Licht. Unter den Menschen ist dieses gleichfalls, und wohl nicht selten, der Fall, und in der Regel mit

¹ Phil. Trans. abridged. I. 38. SAUVACES a. a. O. 734.

² Edinb. Medico. Chir. Trans. IX. Die weitere Literatur ist bei HALLER El. phys. V. 490.

³ Versuch einer gründlichen Brläuterung d. merkwürdigsten Begebenheiten in d. Natur. Halle. 8, 8, 251.

⁴ De morbis oculorum, cet. Gott, 1750. 8.

⁵ Einige Raubthiere haben von Natur das Vermögen, bei wenigem Lichte zu sehen, und man glaubt, dass dieses durch den silberartig glänzenden, weisslichen Fleck auf der Aderhaut, das sogenannte tapetum choroideae bewirkt werde. Aus der Reslection des Lichtes von diesem Flecke wird dann anch nach den neuesten Untersuchungen von Parvost in Bibl. Brit. XLV. 197 und Essen in Kastner's Arch. VIII. 894 das Leuchten solcher Augen im Dunkeln erklärlich. Man

ausgezeichneter Weilse der Haut und weilser oder rother Fate der Haare verbunden. Nach MAUPERTUIS 1 soll dieser Fehr bei den Bewohnern der Landenge Darien so gemein seyn, da die meisten Arbeiten bei Nacht verrichtet werden. Unter da Negern findet man die sogenannten weilsen Mohren, Blaffze oder Albinos (Leucaethiopes), welche in ganzen Geschlechten in Guinea, Java und Panama sich fortpflanzen, und sich durch eine weisse Haut, hellblaue, ins Röthliche fallende, Augen anzeichnen. Dahin gehören gleichfalls die in gebirgigen Gegeden Europa's, namentlich in der Schweiz, häufigern Kakerlain oder Cretinen, wie sie von de Saussüre 2. Buzzi 3, Raif-MOWSKI 4 und BLUMENBACH 5 beschrieben werden. Letzten leitet die mit Röthe des Sterns und der inneren Theile verbudene Empfindlichkeit der Augen vom Mangel des pigmenten nigrum her, indem zwischen der Bildung desselben, des Mit pighischen Netzes und der Haare ein gewisser Zusammenham stattfindet, wie Buzzt durch anatomische Untersuchungen bestätigt fand. Schon Simon Pontius 6 fand übrigens, dass blau Augen weniger von diesem Pigmente haben, als schwarze Endlich bringt auch bei übrigens gesunden Personen Erhitzung durch Wein und Augenentzündung diesen Fehler hervor 7, und · bei einigen soll auch ohne eine nächste Veranlassung eine solche Reizbarkeit stattgefunden haben 8.

Diesem Uebel ist eine vorübergehende Augenentzündung zu vergleichen, welche in den Polargegenden, namentlich in Nordamerica, durch das helle, vom blendenden Schnee zurückgeworfene, Licht, vielleicht auch durch die trockne, kalte und

hielt dieses ehemals für ein Phosphoreseiren, allein hiergegen streitt, daß es in völliger Finsterniß gar nicht wahrgenommen wird. Verliedinb. New Phil. Journ. Nro. IV. p. 297.

¹ Ocuvres. Lion 1768. 8. II. 100. ff.

² Reisen durch d. Alpen. Leipz. 1788. IV. 249.

⁸ Opuscoli scelti di Milano. 1784. VII. 11.

⁴ v. Crell chem. Ann. 1787. St. 1. S. 149.

⁵ De oculis Leucaethiopum, in Comm. Gott. VII. 25. ad anse 1784.

⁶ De coloribus oculorum, Florent. 1550. 4. p. 34.

⁷ la Hire Accidens de la Vue. Par. 1694. p. 588.

⁸ HALLER El. Phys. V. 493.

charfe Luft erzeugt, und Schneeblindheit genannt wird. Die ehr schmerzhafte Empfindung gleicht vollkommen der, als wenn einer Sand in die Augen gekommen wäre, und wird von den tmericanern durch warme Wasserdämpfe geheilt, PARRY aber and ein kühlendes Augenwasser aus Bleizucker im Wasser gelöset besser, wodurch das Uebel bei Entfernung des Lichtreizes n wenigen Tagen geheilt wurde 1.

Unter die Annomalien des Gesichts, meistens aber mit Behwäche der Augen verbunden, gehört das Schielen (Strabismus, Luscitas relativa; Strabisme), welches darin pesteht, dals die Schielenden (Strabones; strabites, Louches d'un oeil) ihre Augen unwillkürlich bewegen, indem sie lie Richtungen der Augenaxen nicht in ihrer Gewalt haben. Der Fehler findet in sehr ungleichen Graden statt, aus deren Sonderung und Betrachtung im Einzelnen die Ursache desselben leicht deutlich wird. Am gemeinsten ist, dass die Axe nur des einen Augapfels seitwarts, und zwar meistens nach der Nase zu, bewegt wird, in einigen Fällen so, dass das Auge diese schiefe Richtung stets beibehält, in andern so, dass sie beim Ansehen eines Gegenstandes geringer anfängt und allmälig zunimmt. Seltener ist der Fehler so, dass beide Augenaxen schief gerichtet sind, aber auch in diesem Falle ist es häufiger, dass beide convergiren, als dass sie divergiren, und dass die Convergenz bei längerem Sehen wächst.

Hieraus, verbunden mit der allgemein bekannten Thatsache, dass wohl jeder Mensch mit gesunden Augen künstlich schielen kann, geht die allgemeine Ursache dieses Fehlers, nämlich eine

¹ PARRY zweite Entdeckungs-Reise. d. Uebers. S. 289. Verglüber dieses Uebel Blumenbach in Edinb. Phil. Journ, 1823. N. XVII. p) 259. Die Esquimaux bedienen sich dagegen hölzerner Brillen ans dümen Brettchen mit schmalen Ritzen, durch welche sie zugleich sehr weit zehen; die Tartaren dagegen auf ihren Winterjagden gebrauchen ein feines Gewebe aus schwarzen Pferdehauren, demjenigen ähnlich, welches Xenophon und die Griechen auf ihrem Rückzuge aus Persien angewandt zu haben scheinen. Xenoph. Anab. IV. c. 5. Der Brillen mit einem kleinen Löchelchen, aus Metall verfertigt (metallie spectacles). bediente sich auch Skinker gegen den Einflus des zu grellen Lichtog auf Malta. S.G. LIV. 306; aus Tilloch's Phil. Mag. 1815. So viel ich weiß sind sie indes nicht weiter in Gebrauch gekommen.

unwillkürliche Thätigkeit der Augenmuskeln, evident bew Diese ist wieder Folge entweder angeborner Schwäche und gelwidriger Affection derselben, oder einer Angewöhnung, che sehr leicht dadurch entsteht, dass man ohne Schwierie nur mit einem Auge sieht, und hierzu um so geneigter ist, mehr beide Augen an Güte und Weite des deutlichen Scha unterschieden sind. DE LA HIRE 1 glaubt, die Ursache Schielens sey ein unrichtiger Bau des Auges, indem der et pfindliche Theil der Retina nicht in der Richtung der Augent sondern seitwärts liege. In diesem Falle würde aber die weichung der Augenaxe eine constante Größe und der Fehlers unheilbar seyn. Ist derselbe aber durch Gewohnheit entstand so lässt er sich leicht heilen, und verliert sich oft von selbst zunehmenden Jahren. Als Hülfsmittel hierzu sind wenige Augenbedeckungen mit kleinen Oeffnungen zu empfehlen, für ungleich entfernte Gegenstände die verlängerten Angema nicht stets in die kleinen Oeffnungen treffen können, als mi mehr das von Junin 2 empfohlene Mittel, nämlich das gesm Auge zu verschließen, und die Gegenstände bloß mit dem beken zu betrachten, dann das gesunde wieder zu öffnen, beide in ihrer Richtung zu erhalten, welches bei Kindem der einen Gehülfen, von Erwachsenen vor einen Spiegel beweit stelligt werden kann. Burron 3 macht vorzüglich auf die alle dings gegründete, durch Rein 4 nach vielen Erfahrungen best tigte, ungleiche Stärke, beider Augen als Ursache des Schieles aufmerksam, und räth daher, das schwache zu stärken, das starke deswegen auf längere Zeit zu bedecken, welches Latere Augenärzte schwerlich billigen werden. das Nämliche, und beobachtete unter andern einen Knaben, 🕶 cher alle rechts liegenden Gegenstände mit dem linken Auge 🛎 und umgekehrt, und dessen Heilung durch ein auf der Me angebrachtes, diese Gewöhnung hinderndes Blech bewirkt REID 6 fand bei zwanzig von ihm untersuchten Schielenden

¹ Móm. de Par. 1694.

² Smith's Opt. p. 895.

⁸ Mem. de Par. 1743, 229.

⁴ Inquiry into the human mind. p. 253.

⁵ Phil. Trans. LXVIII.

⁶ a. a. O.

ime Auge bedeutend schwächer, und vier unter ihnen sahen ar nicht damit, obgleich der Bau desselben normal war. Auf eine Weise läfst sich daher der Fehler von einer unrichtigen age der Linse ableiten ¹.

Unter die seltenen Gesichtsfehler gehört das Schiefsehen. Luscitas Boerhay. Visus obliquus), wenn das Auge nur usserhalb seiner Axe befindliche Gegenstände sieht, und sich eitwärts drehen muß, um ein Bild von denselben zu erhalten. Die Ursache ist Unempfindlichkeit der Retina in der Axe des Luges, oder eine schiefe' Lage der Pupille oder der Krystalllinse, der endlich eine Verdunkelung des vordern Theils der Hornraut. Man kann hierher auch die aus Verletzungen oder kranknaften Affectionen entstehenden partiellen Gesichtsfehler rechnem, namentlich das Halbsehen (Hemiopia) wovon VATER 2 drei Beispiele anführt. LARREY beobachtete, das das rechte Auge eines Gardisten LECOEUR durch einen Stich mit einem knopflosen Rappiere, welches zwischen dem rechten Augapfel und der innern Wand der Augenhöhle eingedrungen war, das Sehvermögen in der Art verlor, dass es alle jenseits einer durch seine Axe gehenden verticalen Ebene rechts befindliche Gegenstände nicht erkannte, sondern statt dessen nur einen schwarzen Fleck wahrnahm. Auch DR. CRAWFORD 3 erzählt ein Beispiel von Hemiopie, welches er bei einer Frau beobachtete. Diese sah von allen verticalen Gegenständen bloss die rechte Seites z. B. von vier lothrecht gehaltenen Fingern sah sie zwei deutlich den dritten undeutlich, den vierten gar nicht. Von zwei Fingern sah sie nur einen. Wurden die vorgehaltenen Finger bei unveränderter Richtung der Augenaxen rechts bewegt, so wurden sie sämmtlich nach einander sichtbar, verschwanden dagégen bei einer Bewegung nach der linken Seite. Eine gleiche partielle Lähmung erlitt MME. DE POMPADOUR einst nach einer blossen Erkältung 4. Dr. Menat in Paris kannte dagegen einen

¹ Jen. Lit. Zeit. 1792. N. 226.

² Oculi vitia duo rariss. Visus duplicatus et dimidiatus. Viteb. 1723. 4. in Haller diss. med. pract. vol. J. Phil. Trans. XXXIII. 147.

³ London Med. and Phil. Journal. Daraus in Ann. of. Phil. N. ser. Nro. LXX.

⁴ DEMOURS Précis théorique et pratique sur les maladies des Yeux. 1821. p. 454.

einen alten Mann, welcher die Gegenstände unter eine bezontalen Ebene durch seine Augenaxe nicht sah. Einen ahle Fall beobachtete Rudolfhi an einem Manne, bei welcher untere Hälfte der Retina gelähmt war, und welcher dahr oberen Theil eines vor ihm stehenden Schrankes nicht Richten 2 erzählt gleichfalls eine von ihm gemachte interen Beobachtung dieser Art. Mehrere Fälle des Halbsehens als h bloßer Nervenaffection, selbst wiederkehrend bei den nämle Personen, erwähnt Wollaston³; indes genügen die mitgesten Beispiele für die Theorie des Sehens vollständig.

Eine Art des undeutlichen oder unvollkommenen Sta erwähnt Fischen 4, und behauptet, dass dieser Fehler eben selten in einem geringen Grade vorhanden sey, ober nicht leicht bemerkt wird. Verschiedene Personen sollen lich nahe parallele lothrechte oder horizontale Striche mit Auge weniger deutlich wahrnehmen, als mit dem anden, weilen auch gar nicht zu unterscheiden vermögen, oder mit stens die lothrechten nicht in gleicher Entfernung als die Die Ursache hiervon liegt aus leicht begreisisch Gründen in einer Abweichung des Auges oder der Come o der Kugelgestalt, oder vielmehr in einer Ungleichheit der zontalen und lothrechten Durchmesser des Auges, wodarch ausserdem eine allgemeine Undeutlichkeit des Sehens end werden muls. Nach der Darstellung Fischen's gehört zwid ser Fehler unter die des Gesichts im Allgemeinen, es scheint aber mehr, dass er sich demjenigen anschließt, welcher Ain't an seinen eigenen Augen beobachtet, und oben beide Betrachtung der Kurzsichtigkeit erwähnt ist. Diesemnach ist er nicht bloss durch einen abnormen Bau der Cornea, sonten auch durch die dort angegebenen Ursachen veranlasst werdes

Eine der räthselhaftesten krankhaften Affectionen der Aige ist diejenige, welche John Gillies von seinen eigenen kratet. Es begegnete ihm nämlich in regellosen Zwischenning dass die Gegenstände ihm allmälig weiter wegzurücken und ihr ner zu werden schienen, nach zwei bis acht oder zehn ihr

¹ Physiol. II. 227.

² Anfangsgr. d. Wundarzneyk. III. 478.

³ Ann. of. Phil. 1824. Apr. 305.

⁴ Berlin. Denksch. 1818 u. 19. 8. 46.

⁵ Edinb. Phil. Journ. III. 57.

wieder annahmen. Diese Anfälle stellten sich anfangs seltener ein, dann häufiger, und eben so nahm das Uebel auch wieder ab, kam aber nie, wenn die Augen angestrengt, z.B. mit Lesen beschäftigt waren. An Deutlichkeit verloren die gesehenen Gegenstände auf keine Weise, auch zeigten Linsengläser keine Wirkung. Gillies selbst vermochte sich das Phänomen nicht zu erklären, und konnte auch von seinen ärztlichen Freunden keine Auskunft darüber erhalten. Wahrscheinlich läßt sich das Phänomen aus einer gesteigerten Empfindlichkeit des Sehnerven erklären, und ist das Gegentheil der bekannten Augentäuschung, dass durch Nebel verdunkelte Gegenstände näher und größer erscheinen.

Zur letzten Classe der Gesichtsfehler gehört, der oben gegebenen Eintheilung gemäß, das falsche Sehen (Pseudoblepsis), wenn entweder Gegenstände gesehen werden, welche gar nicht existiren (Ps. imaginaria)1, oder wenn wirkliche Gegenstände anders gesehen werden als sie sind (Ps. mutans). Unter das erstere gehört die Myodesopsie oder das Sehen kleiner schwarzer Puncte, Fäden oder Netze, (muscae volantes; mouches volantes) welche in die Höhe zu steigen scheinen, wenn man das Auge schnell erhebt, und herabzusinken, wenn dasselbe ruhet. Vorzüglich deutlich erscheinen sie, wenn das Auge gegen einen hellen Gegenstand, den Himmel, Nebel oder Schnee gerichtet ist, und werden in geringerer oder größerer Menge, mehr oder minder dunkel gefärbt gesehen. Dieser Fehler befällt die Augen für kürzere Zeit, wenn man anhaltend blanke oder hell erleuchtete Gegenstände betrachtet, oder bei hellem Lichte lange in ein Mikroskop gesehen hat, zuweilen dauert derselbe aber aus unbekannten Ursachen länger 2.

¹ Die bekannte Erscheinung, dass Personen sich selbst sehen, wenn unter gehörigen Bedingungen Nebel oder Dünste in der Lust ein Bild ressectiven, gehört micht hierher, noch weniger aber die Vorstellungen kranker Phantasieen, wenn Personen Menschen oder Gegenstände sehr deutlich zu sehen glauben. Es ist dieses zuweilen blosse Folge vorübergehender Krankheiten, nicht selten aber auch leider einer beginnenden Geisteszerrüttung.

2 Hallen Meth. stud. med. p. 463. Sr. Yves Traité des maledies de

Früher erklärten die Aerzte mit Willis 1 diese Erschein aus der Unempfindlichkeit gewisser Stellen der Retina, de ausgetretenes Blut oder Verflechtung der Gefälse, womit mis aber die Bewegung der gesehenen Puncte nicht in Uebereinst mung bringen konnten. WALDSCHMIDT 2, DE LA HIRE und Ros 3 suchen die Ursache in der wässerigen Feuchtigkeit, u · Morgagni 4 leitet sie von Puncten und Streifen der eingewa neten Thranenfeuchtigkeit auf der Hornhaut ab. MAITEE-Ju wollte beobachtet haben, dass die Erscheinung dem grauen Ste vorangehe, und daher von einem Fehler in den äußern Ham der Krystalllinse herrühre. Punkiniz 6 dagegen meint, die Biz würden durch Blutkiigelchen erzeugt, welche mikroskopisch in der wässerigen Feuchtigkeit schwämmen, allein Demote öffnete die Hornhaut einiger mit diesem Fehler behafteten be gen, und ließ die wässerige Feuchtigkeit auslaufen, ohne das Uebel dadurch geheilt wurde. Hiernach war er geneigt Ursache in der Morgagni'schen Flüssigkeit zu suchen, glaie aber zugleich, die unbeweglichen Flecken seyen Vorboten & schwarzen Staares, wie die beweglichen des grauen. Beobachtungen 8 haben indess ergeben, dass auch übrigens sunde Augen periodisch diesem Fehler unterliegen, und die die Ursache in allgemeiner Nervenaffection 9, Unthätigkeit od Entzündung einzelner Theile der Retina, vielleicht in eines Drucke des Pigmentum nigrum oder der choroidea-gegen de Retina liegt. Erscheinen die Gegenstände neben den schware

yeux. Par. 1723. J. Taylon Tractat von Augenkrankheiten. Frankf. u. Leipt 1761. Voclen prues. Beireis diss. de maculis ante oculos volitaniss Helmstädt. 1795 Hellwag in Hufelaud's Journ. 1821. Jun. u. a. a. 0.

¹ Anat. cerebri. cap. 21.

² Opera med. practica. Franc. 1695.

⁸ Mem. de Par. 1760 Smith's Opt. p. 366.

⁴ Adversar anat. VI. Animadv. 75.

⁵ Traizé de maladies de l'oeil. 12mo p. 281.

⁶ Beiträge u. s. w. 8. 130.

⁷ Traité des Maladies des yeux. Par. 1818. III. 596. Dict. de Sciens. med. XXXVI. 475.

⁸ Ware in Medico chirurg, transact. 1814. V. Wardaop Essys on the morbidanatomy of the huma eye. Lond. 1818. Vol. II.

⁹ Weller Diatetik u. s. w. S. 115. Beer Lehrbuch der Asgekrankheiten. II. 424. v. Walther in Journ. d. Chirurgie. Bd. III.

Flecken nicht trübe, und ist die Pupille beweglich, so ist im ersteren Falle kein anfangender grauer Staar und im letzteren kein schwarzer zu fürchten, vielmehr wird der Fehler durch Stärkung des ganzen Körpers und des Nervensystems hald wieder geheilt. Ganz neuerdings unterscheidet indes Anderas in einer ausführlichen Abhandlung über diesen Gegenstand mehrere Arten solcher Flecken, und hält einige derselben für Schatten durch undurchsichtige Körperchen in der Glasseuchtigkeit erzeugt, welches aber aus optischen Gründen unzulässig ist 2, andere leitet er gleichfalls aus einem krankhaften Zustande der Nerven ab.

Eine andere, etwas ähnliche und sehr gemeine Erscheinung, welche nicht unter die genannten Gesichtsfehler, und überhaupt nicht zu dieser Classe gehört, vielmehr allen gesunden Augen leicht eigen ist, verdient hier eine kurze Erwähnung. Wenn man nämlich das Auge, vorzüglich früh Morgens oder des Abends gegen den hellen Himmel, ein Fenster oder die Lichtstamme richtet, so scheinen feine, fast transparente Kügelchen, auch kleine gebogene und verschlungene Streisen sich vor dem Auge zu bewegen. Die Ursache hiervon liegt in nichts anderem, als in der Feuchtigkeit der Augen, wovon einzelne Theile sich auf der Hornhaut nach verschiedenen Richtungen ziehen, wesswegen etwas gereizte, daher die Thränenseuchtigkeit stark absondernde Augen am geneigtesten dazu sind.

Ein eben so gemeiner, als interessanter, und für die Farbentheorie nicht unwichtiger, bisher nicht genugsam beachteter Gesichtsfehler ist das *Unvermögen*, gewisse Farben zu erkennen und zu unterscheiden, und wo Fälle dieser Art bekannt geworden sind, da hat man die Prüfung nicht vollkommen zweckmäßig

¹ Journ. d. Chirurgie. Bd. VIII. 16 ff.

² Weil jeder einzelne Theil eines Objectivglases das ganze Bild des vor ihm befindlichen Gegenstandes giebt, so können einzelne dunkele Puncte in demselben keine dunkeln Flecken im Bilde geben. Man kann sogar einige Finger auf die Fläche eines großen Objectivglases legen, ohne diese oder dunkele Stellen wahrzunehmen. Es folgt dieses aus den Wirkungen der Linsengläser und widerlegt alle Hypothesen, nach welchen solche dunkele Stellen in den gesehenen Bildern aus undurchsichtigen Körperchen in dem übrigens kluren Auge abgeleitet werden.

³ Durch Erkundigungen bei Bekannten erfährt man leicht Beispiele von dem, beim Zeichnen zufällig entdeckten Mangel des Vermögens, gewisse Farben zu unterscheiden.

mit hinlänglich kenntlichen einfachen Farben angestellt 4. Die dei Brüder HARRIS in Cumberland unterschieden sehr gut Größe Gestalt und Entfernung der Objecte, aber nicht ihre Fate Einer derselben wulste zwar Schwarz von Weils, auch gestreife Bander von einfarbigen zu unterscheiden, konnte aber die Faben selbst blos durch Rathen bestimmen. Insbesondere vemochte er die rothe Farbe überhaupt, und insbesondere nick von Grün zu unterscheiden, indem er namentlich die rothe Kirschen für Blätter hielt, wenn er ihre runde Gestalt nicht ekannte. Eben dieses war der Fall mit einem gewissen Cor-LARDO, welchem namentlich blaue und gelbe, rothe und gow Farben identisch zu seyn schienen 2. Einen sehr interessante Fall berichtet Whisson 3. Ein Mann, dessen Augen übrigen gesund waren, auch Größe und Gestalt aller Körper in der Nah und Ferne genau unterschieden, kannte gar kein Grün; Roh (pink) und Blassblau waren ihm eins, dessgleichen Hochod und Blau; Gelb und Blau erkannte er in allen Abstufungen, volles Purpur und tiefes Blau schwerer. Ein blassrothes (clarecoloured) Keid hielt er für völlig schwarz. Aehnliche Beobachtungen und eine Theorie zur Erklärung dieser Phänomen hat GIROS V. GENTILLY bekannt gemacht 4. Unter mehrere führt er einen Apotheker M. in Strassburg an, welcher die Farben nur mit Mühe unterschied, wenn er sie neben einander hielt, und zugleich Grün für Roth ansah. Zur Erklärung wird angenonmen, dass es nur drei Farben, und für jede eine besondere Menbrane der Retina gebe, deren eine oder mehrere in einzelnen Fillen unthätig seyn, und die Verwechselung veranlassen könnten

Ein gewisser Scott hielt Roth und Grün für gleich, wierend er Gelb und Dunkelblau sehr leicht unterschied. Sein Veter, sein mütterlicher Onkel, eine von seinen Schwestem mit ihre beiden Schne hatten den nämlichen Fehler. Der berührte Chemiker Dalton kann Blasroth (pink) von Blau am Tager

¹ Phil. Trans. LXVII. I. n. 14.

² J. de Ph. XII. 86.

³ Phil. Tr. LXVIII. II. p. 611. J. d. Ph. a. a. O.

⁴ In einer unter dem angenommenen Namen G. Palmer englisch geschriebenen, ins Französ, übers. Schrift: Theorie der Farben a.d. Gesichts. S. Lichtenberg Mag. I. 2. 57.

lichte nicht unterscheiden, im Regenbogen bemerkt er das Roth gar nicht, und das Ganze scheint ihm nur aus zwei Farben, Gelb und Blau zu bestehen. Harver berichtete der Societät in Edinbourgh von einem Falle, dass ein 60 Jahre alter Mann bloss Weiss, Gelb und Grau unterscheiden konnte, Blau aber nur, wenn es hell war. Ein anderer noch junger Mann sah im Spectrum bloss Blau und Gelb, welches letztere er nicht von Orange unterschied. Wurden alle Farben des Spectrums durch ein röthliches Glas aufgefangen, außer Roth und Dunkelgrün, so sah er bloss eine Farbe, die er gelb oder orange nannte; wurde aber die Mitte des rothen Strahles durch ein blaues Glas aufgefangen, so sah er einen schwarzen Streisen mit dem von ihm sogenannten Gelb auf beiden Seiten 2.

Detaillirte Beschreibungen solcher Fehler liefern unter andern John Butters, Physicus zu Plymouth³; R. Tucker, Sohn des Dr. Tucker zu Ashburton, 19 J. alt, konnte die Farben nicht unterscheiden, wie man zuerst bemerkte, als er statt orangefarbener Seide grüne nahm. Bei angestellter Probe ergab sich:

- 1. Roth verwechselte er mit Braun.
 - 2. Orange mit Grün.
- 3. Gelb kaunte er, verwechselte es aber zuweilen mit Orange.

4. Blau verwechselte er mit Blassroth (pink).

5. Indigo und Violet mit Purpur. Weiss und Schwarz verwechselte er selten, unterschied aber überhaupt nur drei Farbenclassen, welche umfasten: 1. Roth und Braun; 2. Blau, Blasroth, Indig, Violett und Purpur; 3. Grün und Orangefarben. Die Schattirungen des Grün konnte er unterscheiden, aber alle nicht von Orange. Die Farben des Mondes und des Regenbogens schienen ihm gleich, jedoch fand er in beiden nur zwei Farben, welche er Gelb und Blau nannte. Schwarze, weisse und gelbe Körper unterschied er mit Sicherheit, die Schattirungen von Weiss aber nicht. Entengrün (duck green) war ihm roth, saftgrün, orange. Uebrigens war sein Auge gesund, sah

¹ Edinb. Phil. Trans. X. 253.

² Edinb. Journ. of Science. VII. 85.

³ Edinb. Phil. Journ. XI. p. 135. Daraus Archiv für Physiol. von Meckel. cet. V. 260.

IV. Bd.

scharf, und unterschied die Formen der Körper in der Nähe mi

Einen ähnlichen Fall erzählt W. NICHOLL 1. Ein gesunde Knabe von eilf Jahren mit grauen Augen und einem gelbe Ringe um die Pupille, erkennt keine Farbe außer Grau, Der kelgrün und Braun, und verwechselt jenes mit gewissen Am von Braun. Hellgrün nennt er hellroth, gemeines Grün mit Hellroth und Zinnoberfarbe hellblau. Durch ein Prisma kanen nur drei Farben, Roth, Gelb und Purpur unterscheiden. Grün Brillen, durch welche er sah, nannte er roth, und sagte, is Gegenstände durch dieselben betrachtet, hätten einen röthlicks Schein. Der Knabe hat vier Schwestern, welche vollkomme gut sehen, sein Großvater mütterlicher Seite hatte denselben fei ler, die Mutter und deren Schwestern nicht.

Ebenderselbe ² beobachtete einen Mann von 49 Jahre dessen Augen dieselbe Farbe als die des Knaben hatten, mit ner etwas kleinen Pupille. Dieser konnte Grün von Rotht gut als gar nicht unterscheiden. Scharlachroth erkannte er wollkommen, Dunkelgrün dagegen nannte er braun. Alle Aben fungen von Hellroth bis Purpur nannte er hellblau; Gras in wellem Grün erschien ihm roth. Uebrigens sah er scharf und des lich in die Ferne und bei wenigem Lichte.

BRANDIS ³ erzählt von sich selbst, dass er Hellblau man Rosenroth nicht unterscheiden könne, Grün und Blau, Gelb man Roth zwar leicht verwechsle, dagegen Rothgelb und Grün dunkeln Tinten, Blau und Roth in hellen gewöhnlich. Sei Nesse aber habe eine Seidenhandlung verlassen müssen, welle Himmelblau und Rosenroth nicht zu unterscheiden vermocht.

Am vollständigsten und aus vielen Beobachtungen sind in den erwähnten Fehler betreffenden Resultate zusammengend von Warden 5. Werden mehrere verschieden gefarbte 6genstände zugleich vorgelegt, so nimmt der mit diesem Fel-

¹ Medico - chir. Trans. VII. 477. Deutsches Archiv. a. a. 0.

² Med. chir. Trans. IX. 359. Deut. Archiv. V. 264.

³ v. Goethe zur Naturw. u. Morphologie. 1 Hft. 4. 8. 297.

⁴ Noch mehrere Fälle S. MECKEL Archiv für Phys. I. 188. April of Phil. 1822. Febr. p. 128.

⁵ Essays on the morbid anatomy of the human eye. Load 1813. II. 196. Deutsch. Arch. V. 262.

Behaftete, wohl eine Verschiedenheit zwischen den Farben wahr, tann jedoch nicht angeben, worin diese besteht, noch auch die einzelnen Farben, für sich gezeigt, unterscheiden. Gelb und Blau erzeugt allerdings eine deutliche Vorstellung, und hierüber indet nie ein Irrthum statt, sie mögen einzeln oder unter andern vorgelegt werden, aber alle andere Farben erscheinen als Abänterungen dieser beiden. So sieht der mit diesem Fehler Behaftete im Spectrum bloß Gelb und Blau. Die verschiedenen Arten von Grün unterscheidet er besonders schwer, und so auch Roth, indem Zinnober und die verwandten Farben für Gelb, Carmin und die ähnlichen für Blau gehalten werden, jedoch bei Kerzenlichte gleichfalls für Gelb. Der Fehler ist nicht bei allen Individuen gleich stark, zuweilen erblich.

Fragt man nach der Ursache dieser Abnormität, so finde ich sie nirgend befriedigend angegeben. Tu. Youne erklärt dieselbe aus dem Mangel der für gewisse Farben gehörigen Fibern, BREWSTER aus einer Unempfindlichkeit derselben; DAL-TON glaubt, die rothen Strahlen würden durch die gläserne Feuchtigkeit verschluckt, welche er für blau gefärbt hält, WAR-DROF dagegen will die Ursache in einer großen Reizbarkeit der Retina für die gelben und blauen Lichtstrahlen finden, was aber alles nicht genügt, so lange die Anwesenheit solcher für einzelne Farbeneindrücke bestimmter Fibern und ihr Unterschied von den einzelnen Theilen und den übrigen Zweigen des optischen Nervens, welche die Retina im Allgemeinen bilden, nicht nachgewiesen ist 1. NICHOLL nimmt eine Unfahigkeit der Retina, gewisse Farben zu sehen, an, indem diese für jedes einzelne prismatische Licht eine besondere Fähigkeit des Sehens haben soll 2, eine Erklärung, welche eigentlich nichts sagt, wenn sie nicht mit der von Tu. Youwe gegebenen zusammenfällt. BREWSTER 3 scheint später der Meinung zu seyn, dass das Sehen eigentlich durch die Choroiden möglich werde, wie er zu beweisen verspricht, ohne dass ich Letzteres nachher als wirklich geschehen finden kann. Hiernach soll dann die bläulich gefärbte Retina eine hervorstechende blaue Tingirung der Bil-

¹ Wardrop. a. a. O.

² Ann. of Phil: N. S. III. 128.

¹⁸ Edinb. Journ, of Science, VH. 86.

der bewirken, eine Hypothese, welche mir vor der Hand seh kühn und wenig begründet scheint.

, Dagegen möchte ich die Erklärung in einer Hypothese sechen, welche eben aus diesen und andern Erscheinungen its Begründung erhalten kann. Giebt es nämlich, jedoch bloß i Beziehung auf die Thätigkeit des Sehnerven, nur zwei Farba mit ihren Gegensätzen, u. z. Blau mit dem ihm entgegensteheden Gelb, und Roth mit dem entgegengesetzten Grün, jest durch seine chemische Action und dieses durch seine erwimende Kraft ausgezeichnet, worauf der Gegensatz zwisch Grün und Roth, Gelb und Blau bei den physiologischen Farte gleichfalls führt, und lassen sich alle andere Farben auf Verliedungen und Abstufungen dieser vier, einander rücksichtlich ires physiologischen Einflusses auf das Auge entgegengesetze zurückführen, so dürfen wir nur annehmen, die Nerven see gegen die erwärmende Kraft des Lichtes mehr oder weige empfindlich, um zu begreifen, dass in allen vorkommendens len blos Gelb, als das meiste Licht gebend, völlig und gent erkannt wird, während alle andere Farben bloss als Gegens hiergegen erscheinen; wesswegen denn Grün und Roth nicht terschieden, vielmehr mit Blau und Gelb verwechselt werdes Es geht dann nicht blos aus den hier mitgetheilten Beispiele von dem Unvermögen so vieler Personen, Roth und Grün # erkennen, sondern auch aus einer Menge anderweitiger Erisrungen hervor, dass das Auge gegen diese beiden Farben # wenigsten empfindlich ist. So erzählt J. BREWSTER 1, daß un dem Spectrum, welches ein durch ein Prisma betrachtetes Kezenlicht giebt, bei anhaltender Beobachtung desselben die übigen Farben allmälig verschwinden, und bloß Gelb und Bla zurückbleiben, welches erstere mit überwiegender Intensitä # letzt fast in völliges Weiss übergeht. Ferner ist es bekannt, de Roth bei wenigem Lichte sehr dunkel erscheint, welswije auch rothe Zimmer bei dem weniger starken Kerzenlichte kel und unangenehm aussehen, die grüne Farbe aber ihre Egethümlichkeit verliert und mit Blau verwechselt wird.

Das Sehen falscher Farben (Chrupsia, visus coloretus) findet im krankhaften Zustande, z.B. bei der Gelbandt

¹ Edinb. Journ. of Science VL 289.

tatt, und ist leichter zu erklären. Nach Boyle sahen einst die m der Pest erkrankten an Kleidern und sonstigen Gegenständen Legenbogenfarben, auch erscheinen bei hestigem Schrecken die Dinge leicht grün oder blau. Die subjectiven Farben gehören zicht hierher.

Das Sehen falscher Gestalten, Legen und Größen der Obecte (Metamorphosia, visus defiguratus) ist allezeit Folge eines krankhaften Zustandes des Auges, oder ganzen Kör-Nach Lentin 2 sah ein Kranker alle Gegenstände zu alein, eine Beobachtung, welche genauer verfolgt zu werden werdient hätte, da die Größe der Dinge überhaupt nur relativ ist. Sauvages 3 führt einen Fall an, dass ein achtzigjähriger Mann eine Zeit lang alle Gegenstände krumm und nach einer Seite hängend sah, womit die Beobachtung Stoll's 4 ibereinstimmt, dessen Patient nach einer hitzigen Krankheit alle Objecte schief vorwärts gekrummt zu sehen behauptete. Am merkwürdigsten ist der von Sennent 8 erzählte Fall, dass ein Leibarzt zu Dresden, als er die Augen plotzlich in die Höhe richtete, alles umgekehrt sah, welcher Fehler sich nach drei Monaten bei einer abermaligen plötzlichen Erhebung der Augen wieder werlor.

Das Doppeltsehen (Diplopia, visus duplicatus) ist weit gewöhnlicher. Jeder Mensch mit gesunden Augen sieht beim künstlichen Schielen die Gegenstände doppelt, weil das gewohnte Verhältnis der beiden Bilder in heiden Augen, vermöge dessen man nur einfach sieht, verändert ist. Entsteht durch partielle krankhafte Affectionen der Augenmuskeln eine unwillkürliche Bewegung der Augen, so hat dieses das Doppeltsehen zur Folge 6. Indem ferner bei Kurzsichtigen die Vereinigung der Lichtstrahlen zum Bilde früher geschieht, als sie die Netzhaut erreichen, so müssen sie hinter diesem Puncte der

¹ Exper. de coloribus. P. 1.

² Observationum medic. fascic. I. Lips. 1764. 8.

Nosologia methodica emend, C. F. Daniel. Lips. 1790 — 97.
 V.T. 8. II. 190.

⁴ Rationis medendi in Nosocomio pract. Vind. Part. III. Vienu. 1777 — 80. 8. II. 14.

⁵ Medicinae pract. LL. VI. Witteb. 1628. 4. I. Cap. S. Sect. 2.

⁶ Home in Phil. Tr. LXXXVII. 8.

Vereinigung wieder divergiren, welswegen manche exice Gegenstände, auch mit einem Auge gesehen, doppelt enchen können, welche diplopia remotorum also nach La Huanii von der Gestalt der Krystalllinse herrühren kann 4. peltsehen mit einem Auge kann indess auch Folge einer de Krankheit oder Verletzung entstandenen polyedrischen Ges der Hornhaut oder der Krystalllinse seyn, wie in den von l HIRE 2, HALLER 3, BEER 4, u. a. beobachteten Fällen des res drei - und vierfachen Sehens mit einem Auge, durch Facetin der Hornhaut nach Geschwüren veranlaßt. Dass eine dome Oeffnung des Sterns das Doppolischen veranlasst habe, berei felt Richter 6; doch erzählt Giano Regnelling 6 ausfihrt einen Fall dieser Art. In einigen Fällen ist das Doppelses auch Folge von Hirnverletzungen, wie aus einer Beobatte dieser Art durch LARREY 7 hervorgeht. Wenn dann jedes As doppelt sieht, und die verlängenten Axen beider Augen nicht im Objecte schneiden, so kann hieraus ein: vierfaches Se folgen, wovon aber nur wenige Beispiele bekannt sinds. We man also alle die verschiedenen krankhaften Affectionen Auges einzeln aufzählt, welche den Fehler des mehrfachen S hens veranlassen können, so ist ihre Zahl sehr groß, weßwege auch SAUVAGES 2 zehn Varietäten desselben aufzählt, und Kis-HOLD 10, KLINKE 11 und HALLER 12 eine Menge Fälle diese # erwähnen 13.

¹ Accidens de la vue. p. 852. Mém. de l'Ac. IX. 361.

² Mém. de. l'Ac. IX. 364.

⁸ Elem. Phys. V. 485.

⁴ Lehre von d. Augenkrankheiten. II. 31.

⁵ Anfangsgr. d. Wundarzn. II. 81.

⁶ Osservazioni sopra alcuni casi rari medici e chirurgici. ✓ 1764. 4. p. 85.

⁷ Leroux Journ. de Médecine 1817. p. 456.

⁸ Eins ist erzählt in Hufeland's Journ. f. prakt. Heilk. XVI.

⁹ Nosol. I. 198.

¹⁰ Dissert. de visu duplic. Argent. 1746. 4.

¹ Diss. de Diplopia. Gott. 1774. 4.

¹² Elem. Phys. V. 485.

¹⁸ Eine eigene Art des Doppeltsehens, welches bei vollkomme gesunden Augen dadurch entsteht, daß in einem jeden eis eigen

Zur Pseudoblepsis muß endlich noch eine sehr gemeine, renn gleich von keinem krankhaften Zustande der Angen her-Thrende Erscheinung gerechnet werden, nämlich das Sehen von trahlen, welche beim Anblicke eines Kerzenlichtes nach allen eiten, vorzüglich aufwärts und unterwärts, aus demselben zu tromen scheinen, sobald man die Augenlieder etwas schließt, der die Lichtstrahlen beim sogenannten Blinzeln. chiedenen älteren Versuchen 1, dieses Phänomen zu erklären, laubte Vieth 2 anfangs, die Ursache liege in einem Drucke der augenlieder gegen das Auge und somit gegen die Krystalllinse, leren Lamellen dadurch gleichsam streifig aus einander gingen, veil ein Glas, wenn man durch Wischen mit schweißigen Finern Streifen auf demselben hervorbringt, ähnliche Strahlen zeigt. Luies 3 wandte dagegen ein, dass ein noch stärkerer mechanither Druck kein Phanomen dieser Art bewirkt, sobald die Auenlieder in die Höhe gehoben sind, und sieht daher diese strahlen für Folgen des Lichtes an, welches von den glatten und piegelnden Augenwimpern reflectirt ins Auge fällt. Hierbei ereugen die unteren Wimpern die oberen Strahlen, die oberen lie unteren, und ein leichter Versuch zeigt seiner Meinung nach, lass gerade diejenigen Strahlen wegsallen, welche diesen Augeniedern zugehören, wenn man eins derselben allein aufhebt. olgt dann von selbst, dass die oberen Strahlen von den unteren Wimpern gebildet werden müssen, und umgekehrt, indem di ersteren aufwärts ins Auge restectirt werden, die letzteren unerwärts, wonach vermöge der Umkehrung des Bildes, sie in lie entgegengesetzte Richtung versetzt werden.

Dieser Erklärung steht indess entgegen: 1. dass die unteen Augenwimpern verschwindend klein sind gegen die oberen, weniger glänzend und oft fast ganz sehlend, ohngeachtet die oberen Strahlen gleich groß und hell gesehen werden, als die unteren; 2. dass die Strahlen auch dann nicht aushören, wenn die Wim-

Bild des Objectes erzeugt wird, kann erst später bei der Untersuchung der Frage erörtert werden, ob wir mit beiden Augen zugleich, oder allezeit nur mit einem allein sehen.

¹ PRIESTLEY Gesch. d. Opt. d. Ueb. S. 139. Smith Optik von Kaest. S. 371. Vergl. Vieth bei G. XIX. 187.

² Vermischte Schriften Bd. I.

⁸ Voigt Mag. IX. 97. X. 495.

pern zufällig verbranut sind, wie zuweilen durch Uzwande keit geschieht, oder wenn man sie nach Viern's 1 Angelen einem Streifen Papier bedeckt; 3. dass die Richtung der des Wimpern meistens zu sehr herabwärts ist, um durch Reflection Bild ins Auge zu werfen; 4. dass endlich durch eine solche h flection viele kleine strahlige Bilder der Lichtstamme ests müßten, statt der breiten und gleichmäßig nach unten und divergirenden Strahlen, welche vom Lichte ausfahren. zulässiger ist daher die Annahme, dass diese Strahlen das den glänzenden, und durch ihre stete Feuchtigkeit spiegel Rändern der Augenlieder reflectirte Licht sind, welche den lichen Gesetzen gemäß nach unten und oben divergiren mit indem die unteren Ränder die oberen hervorbringen und kehrt 2. Die gebogenen, nicht völlig ebenen Ränder bing dann die breiten Strahlen hervor und auch die seitwärts des girenden.

Ganz diesen ähnlich sind die breiten Lichtslächen, west auf gleiche Weise nach oben und unten divergirend war nommen werden, wenn man mit blinzelnden Augen ein bei Fenster betrachtet, deren Ursache Kries richtig in dem werden.

Augenrandern reflectirten Lichte findet.

Ein ganz eigener kakochemischer Zustand der Augen derjenige gewesen seyn, welcher sich bei einer Nonne, But Arden Mirault in Flandern und einem gewissen Dünost Spanien gefunden haben soll, deren Brillen in wenigen hosten im Umfange des Sterns durch tiefe Risse zerkratzt wurde und verblindeten, welches nicht anders als aus verdusse Flufssäure erklärt werden könnte. So genau und anschünd wahrhaft das Phänomen indels erzahlt ist 3, so würde doch im Säure, auch nicht Flufssäure, die Beschädigung mit tiefen, schlängelten, allerlei Figuren bildenden Rissen erzeugen, micht bloß auf die Mitte beider Seiten der Gläser wirken, abgede von der sehr zerstörenden Wirksamkeit der freien Flufssäure gedie feinen menschlichen Häute, welche sie doch, aus dem ka

¹ Voigt's Mag. IX. 413. G. XXII. 102.

² Vollständig erläutert durch VIRTH bei G. XIX. 187 ff. 14 S. 871.

S Lichtenberg Mag. V. I. 116. vergl. Journ. histor, et politiës. N. 14. p. 42.

Exomend, gegen die Conjunctiva gleichfalls außern müßte. Das Factum ist daher stets noch zweifelhaft, oder vielmehr höchst zwahrscheinlich.

Die Wichtigkeit des Gebrauches der Augen und die Zartneit derselben fordern die größte Vorsicht zur Schonung und Eraaltung derselben 1. Einige der wichtigsten und am häufigsten suwendbaren Regeln sind folgende. Der Ausenthalt im Dunkeln ist an sich nicht schädlich, wohl aber eine künstliche Dunkelheit am Tage mit grellem, durch Ritzen schimmerndem Lichte, desgleichen der plötzliche Uebergang aus der Dunkelkeit zur starken Helligkeit. Anhaltende Dunkelheit aber schwächt das Auge, und der Lichteindruck darf nur vom entzündeten und kranken durch einen Schirm abgehalten werden, weniger der wermehrten Hitze wegen, durch einen Verband. und anhaltende Helle überreizt das Auge, und erzeugt Entzündung, Das Lesen in der sammerung schwächt, wenn es zu große Anstrengung erfordert, ist jedoch weit weniger gefährlich, als manche glauben, und steht rücksichtlich seines schädlichen Einflusses dem Eindrucke des zu starken Lichtes bei weitem nach, denn ein entzündetes oder schwaches Auge erträgt selbst den Eindruck des Kerzenlichtes und die Anstrengung bei demselben nicht. Anhaltendes Sehen glänzender Gegenstände überhaupt. und der Eindruck des hellen Tags- oder gar Sonnenlichtes beim Erwachen oder gleich nachherist schädlich, auch sind rothe Tapeten, so wie rothe und blendend weisse Vorhänge vor den Fenstern beim Sonnenscheine leicht angreisend, grüne Vorhänge dagegen und tiberhaupt der Anblick der Gegenstande im frischen Grün sind in der Regel wohlthätig. Frühes und öfteres Waschen mit kaltem Wasser, überhaupt Nässe, wirkt leicht nachtheilig 2 und kaltes Wasser darf nur bei Verletzungen zur Abhaltung einer drohenden Entzündung angewandt werden, ist aber in letzterem Falle, anhaltend gebraucht, vom größten Nutzen. Dagegen waschen manche Personen mit gutem Erfolge

¹ Man findet diesen Gegenstand abgehandelt von Lichtenberg in Gött. Taschenb. 1791. Büsch Erfahrungen Bd. II. Hamb. 1791. Büsch und Lichtenberg über einige wichtige Pflichten gegen die Augen, mit Anmerkungen von S. Th. Sömmerring. Frkf: 1794. 8. Diätetik für geannde und schwache Augen u. s. w. von C. H. Weiler. Berl. 1821. 8.

² WELLER a. a. O. S. 105.

ihre reizbaren Augen am Morgen mit sehr warmen Wasser, webei aber für hinlängliches Abtrocknen und Vermeidung eines mittelbar folgenden Eindruckes der kalten Luft gesorgt webs muß.

Am auträglichsten für die Augen ist gleichmäßiges, nie zu helles Licht, desgleichen die Verringerung einer zu groß Differenz zwischen der Stärke des Lichts und der Dunkelba denen das Auge bei nothwendigen Geschäften ausgesetzt werte Lichtschirme, welche durch Reflection zu vieles Lie auf die gesehenen Gegenstände werfen, und zugleich das Zu mer zu sehr verdunkeln, sind daher schädlich. aber das Licht mälsigt, so sind sie zuträglicher, als freies he zenlicht, weil der Reiz desselben überhaupt stärker, und e Abstand seiner Helligkeit von der Finsternis der donkels Stellen des Zimmers noch größer ist, als beim Gebranche Schirme. Busch, Wellen u. a. mpfehlen daher mit Red die kleinen Schirme von grunem Taffent, welche ohne zu gre Vordunkelung den Anblick der grellen Lichtflamme hinden Das blendende Licht der Argand'schen Lampen, so wie helle leuchtete Säle sind sehr nachtheilig und müssen bei sehr reite ren Augen gänzlich vermieden werden, wenn man sich nich durch einen geeigneten Schirm gegen den Einflus dereibe schützen kann.

Das gesammte, von den gesehenen Objecten ausgehende in das Auge fallende Licht bildet eine Pyramide, oder einen gel, dessen Basis auf dem Objecte ruhet, die fast volkommen Spitze aber in der Krystalllinse, von wo aus desselbe sich wirder verbreitend auf der Retina zum Bilde wird. Nimmt mit die äußersten Grenzen dieses Lichtkegels, oder zieht man wirden Grenzen des gesehenen Objectes gerade Linien, welche sie in der Krystalllinse schneiden, so erhält man den Schwinke Gesichtswinkel, optischen Winkel; angulus opticus s. Fr. sorius; angle optique, angle visuel; visual or optimagle, unter welchem das Object erscheint. Es liege die Marker St. Nn gehen durch die Mitte der Linse, also ungebrochen durch dieselbe, und erreichen die Retina in m und n, wo zugleich der Vereinigungspunct aller übrigen, von den Puncten Mund ausgehenden Lichtstrahlen, mithin die Erzeugung des Bilder

statt findet, so folgt, dass die Grosse mn, oder die Grosse des Bilden der Größe des Objectes MN directe und seiner Entfernung umgekehrt proportional ist, bis zu derjenigen Grenze, wo die Linie MN zu groß wird, als dass ihr Bild ganz vom Auge umfasst werden konnte, oder zu klein, als dass überhaupt ein Bild statt finde. Die Untersuchung der ersteren Größe führt auf die Bestimmung des Gesichtefeldes beim Auge, welche zwar nicht scharf seyn kann, indem man nur diejenigen Objecte deutlich sieht, welche in der Augenaxe und nahe bei derselben liegen, mit abnehmender Deutlichkeit aber auch die seitwärts liegenden. Man nimmt an, dass das Auge ein Feld übersehe, welches zwischen den Schenkeln eines rechten Winkels liegt, oder dass der Halbmesser des Gesichtsfeldes die Tangente eines Winkels von 45°, nach andern wohl richtiger von 48° sey, weil mehr divergirende Strahlen von der Hornhaut reflectirt werden, und somit gar nicht ins Auge gelangen. Indels ist die Große bei verschiedenen Augent sehr ungleich. Die Bewegung der Augenaxe aber beträgt nach jeder Seite 55°, und hiernach ist also die Größe des Gesichtsfeldes in diesem Sinne == 110° nach TH. Young 1.

Weit schwieriger ist die Frage, bei welchem Gesichtswinkel die Gegenstände unsichtbar werden, oder welcher der kleinstmögliche ist, indem es hierbei nicht blos auf die jedesmalige Beschaffenheit des Auges, sondern insbesondere auch auf den Grad der Erleuchtung ankommt. Sehr hell und scharf leuchtende Körper verschwinden nicht, wenn ihr optischer Winkel auch unmerklich klein ist, wie die Fixsterne beweisen. ADAMS ist ein Gegenstand, welcher bei Tage in einer 3436 mal größeren Entfernung, als sein Durchmesser beträgt, gesehen wird, bei Nacht in einer hundertmal größeren Entsernung noch sichtbar, wenn er die nämliche Helligkeit behält. eine Lichtslamme bei Nacht in großer Entfernung, und es sind die Sonnenstäubchen nur im verschieden erhellten Zimmer sichtbar. Die Schwächung des Lichtes beim Durchgange durch die Luft verdunkelt die Bilder der Gegenstände im Horizonte, und ferne Hügel, welche des Morgens oder nach einem Regen bei klarer Atmosphäre sichtbar sind, verschwinden bei Tage durch die Dünste; und auch auf hohen Bergen sieht man viel weiter und klarer, als in der Ebene. Als ohngefähres Mittel der Be-

¹ Phil. Tr. XCI. 45. Vergl. Gesichtsfeld.

stimmung mag Folgendes dienen. HERSCHEL fand mit 6450facher Vergrößerung den Durchmesser der Wega = 0".355. Nelmen wir dieses als genähertes Mass für einen der größten Steme erster Größe an, setzen ferner die Vergrößerung des Duchmessers == 18, also den wirklichen Durchmesser in genäherten Werthe = 0,02 Secunde, und setzen wir fesner voraus, de sich unter den kleinsten, mit den schärfsten blossen Augen sichbaren Sternen, nämlich der sehnten Größe, gleich große wie helle, jedoch der zehnfachen Entfernung wegen 'scheinbar eben so viel kleinere Sterne befinden, so würden diese selbsleuchtenden Sonnen bei einem kleineren Winkel als 0,002 Se. verschwinden, und dieser ware sonach der kleinste optisch Winkel für stark selbstleuchtende Körper 1, abgesehen von de unbestimmten Schwächung des Lichtes beim Durchdringen weterer Räume, Inzwischen erzeugen die Fixsterne sämmtich kein eigentliches Bild, sondern bringen einen blossen Lichtes auf der Retina hervor, wobei noch außerdem die, ihr Bild vagrößernde, Iwadiation in Betrachtung kommt.

Soll dagegen im Auge ein wirkliches und messbares Bik erzeugt werden, so darf der optische Winkel auch bei guter Erleuchtung schwerlich kleiner seyn, als 30". Dr. Hook 2 bestreitet daher Hevel's Methode, die Winkel am Himmel ohne Fernröhre zu messen, und behauptet, dass Gegenstände unter einem kleineren Winkel als eine Minute dem Auge verschwinden, obgleich es nach ihm Menschen giebt, welche bei großer Schärfe des Gesichts Gegenstände noch bei einem Winkel von 20" unterscheiden können3. Smith 4 und Countivnor 5 folgern aus Versuchen, dass ein schwarzer Fleck auf weißen Grunde oder ein weißer auf schwarzem verschwinde, wenn sein Durchmesser kleiner werde als 40" oder sein Abstand 5156 mal größer sey, als sein Durchmesser. Ersterer berechnet für dies 219 Große m n = 2000 stell Zoll, und nennt diesen Raum einen

¹ Vergl. Olsens in Astron. Jahrb. 1826. 8. 110.

² Animadvers, in partem prim. mach. coel. Hevelii,

⁵ Birch History of the Royal Soc. III. 120.

⁴ Optik. S. 29.

⁵ Mem. de Par. 1752. p. 200.

empfindlichen Punct der Retina, Genten 1 eine einzelne Nervenspitze; allein die erstere Vorstellung steht im Widerspruche mit dem Lichtreize, welchen die Fixsterne hervorbringen konnen, letztere hiermit und mit der Möglichkeit, dass auf einem Nervenende von größerer Ausdehnung ein willkürlich kleines Bild Empfindung erzeugen könnte. Jurin 2 hat bei diesen Untersuchungen vorzüglich auf den Grad der Erleuchtung Rücksicht genommen. Er bemerkt, dass Fixsterne von weniger als 1" Sehwinkel dennoch wahrgenommen werden, weil ihr Bild (?) sich ausbreite, dass Striche auf größere Entfernung als Puncte, und längere auf größere Weiten als kürzere sichtbar sind, weil das von ihnen reflectirte Licht mehr Nerven rührt. Er konnte ferner einen Silberdraht von 11 stel Zoll Dicke auf weißem Papiere unter einem Gesichtswinkel von 3",5 und einen seidenen Faden unter 2",5 sehen. Auch nach ADAMS ist eine lange Stange weiter sichtbar, als ein Quadrat, dessen Seite dem Durchmesser derselben gleich ist. Oft werden Gegenstände erst durch ihre Bewegung sichtbar, z. B. kleine Sterne im Fernrohre.

Gehaltreiche Untersuchungen über diesen Gegenstand hat T. Mayen 3 angestellt, und aus Versuchen 34" als kleinsten Sehwinkel für einen schwarzen Fleck auf sehr weißem Papiere gefunden. Schwarze Striche mit Zwischenräumen von größerer Breite, als sie selbst, waren auf weitere Entfernungen kenntlich, als mit gleichen oder kleineren. Buege's Versuche stimmen hiermit nahe überein. Eine weiße Kreisfläche von 1 dec. Zoll Durchmesser im Mittelpuncte einer schwarzen Scheibe von 1 F. Durchmesser war im hellen Sonnenlichte Personen von ungewöhnlich gutem Gesichte noch in 5000 Z. Entfernung sichtbar, welches einen Sehwinkel von 41" giebt; Personen von gewöhnlich gutem Gesichte aber noch in 4000 Z. Entfernung, also bei einem Gesichtswinkel von 52". Aus einer großen Reihe von Versuchen kann man bei mäßigem Sonnenschein den kleinsten Sehwinkel auf 1', bei dunkelm Wetter auf 2' setzen 4, u. z.

¹ Wörterb. IV. 32. Achnliche Vorstellungen findet man bei Poa-TERFELD, MOSRO, CLIFFORD u. a. S. HALLER El. Phys. V. 4.

² Smith. Opt. S. 502.

⁸ Exper. circa Visus aciem. Com. Soc. Gott. IV. 97.

⁴ Theoretisch-praktische Anleitung zum Feldmessen u. s. w. A. d. Dän. von Tobiesen. Alt. 1807. 8. 59 u. 60.

Letzteres nur dann, wenn sehr kleine, hinlänglich erleuchten Gegenstände sich in der Weite des deutlichen Sehens besinden Einzelne Gegenstände bleiben auf größere Weiten sichtbar, igleich große Zwischenräume zwischen ihnen, u. z. nimmt minnerhalb der Grenze des deutlichen Sehens den Sehwinkel die letzteren um 0,25 größer an, als für die ersteren, außerhaldieser Grenze aber wird der Unterschied noch beträchtliche weil die Zerstreuungskreise die Bilder der Gegenstände vergesern, der Zwischenräume dagegen verkleinern.

Außer dem Grade der Beleuchtung kommen indess noch ander Bedingungen bei der Bestimmung des kleinstmöglichen optische Winkels in Betrachtung. Vorzüglich wird das Auge kleine Gegestände in großer Nähe unter einem viel kleineren Gesichtswink wahrnehmen, als große in weiterer Entfernung, wie schon ausder Abnahme der Lichtstärke an sich und durch den Verlust desselben beim Durchgange durch die Luft folgt. Ist aber die Lat sehr durchsichtig, wie z. B. auf den hochsten Bergen, so bleit ein mäßig stark erleuchteter Gegenstand nach v. HUMBOLDT's Beobachtungen noch unter einem kleineren Gesichtswinkel 43" sichtbar. Ist ferner blos vom Sehen, und nicht zugleich vom Erkennen des Gesehenen die Rede, so sind kleine, gegen vieles Licht gehaltene Gegenstände innerhalb der Weite des deutlichen Sehens bis zu einem verschwindenden optischen Wiskel sichtbar. Nach Leuwenhoek geben 18000 Spinnefaden die Dicke eines Barthaares. Man wird sich daher von der Wahrheit nicht sehr entfernen, wenn man annimmt, dass von der feinen Spinnefaden in optischen Werkzeugen zehn auf den Durchmesser der gleichfalls in dieselben wohl eingezogenen Silberfäden gehen, deren Diameter nach Messungen austel Pa Lin. beträgt 2. . Solche Spinnenfaden, in einer Entfernung von 10 Z. sichtbar, haben einen optischen Winkel von 4",7 ml wenn man annimmt, dass ein scharfes Auge einen solchen al 5 F. Entfernung sieht, so betrüge der optische Winkel nahe 0 % welches also die obige Angabe von Junin noch beträchtlich über Hiermit stimmt dasjenige überein, was v. Bar 3 von einigen seiner Zuhörer anführt, nämlich dals sie ein Haar rie

¹ G. XXIV. 15.

² G. der A. G. LXXI, 423.

S Vorles. über Anthropologie I. f. 153. Aus Fams Naturl. 6.396

Lin. stark in 28 F. Entfernung sehen konnten, also bei einem optischen Winkel von 1 Sec. Allein bloß bei selbstleuchtenden, oder durch vieles Licht begrenzten Objecten ist ein so kleiner Sehwinkel möglich, und es bleibt dabei fraglich, ob das Wahrmehmen so dünner Fäden ein eigentliches Sehen vermittelst eines erzeugten Bildes und nicht vielmehr eine blosse Wahrnehmung der Unterbrechung des freien Lichtes vermittelst eines Schattens auf der Retina ist, wobei noch obendrein die Wirkung der Inflection in Betrachtung kommt; bei mittlerer Beleuchtung und mittlerer Durchsichtigkeit der Luft verschwinden mehrere Fuls, etwa 10 bis 100 F. entfernte Gegenstände, wenn der optische Winkel 40", entferntere in einem Abstande von 100 bis 1000 F., wenn er eine Minute nicht erreicht, und für noch erölsere Entfernungen ist die Bestimmung überhaubt sehr unsicher. Zuerst werden in größeren Entsernungen die Formen der Körper nicht genau unterschieden, und kleine Gegenstände verschwinden ganz, als Blätter der Bäume, Reiser, Aehren u. s. w. Wälder und Kornfelder zeigen sich in der Ferne als zusammenhängende Massen, parallele Reihen von Bäumen scheinen sich nicht bloss zu nähern, sondern der Zwischenraum verschwindet zuletzt ganz. Eine Allee, über 5000 mal so lang als breit, scheint am Ende geschlossen, weil der Abstand der letzten Bäume nur 40" im Bogen beträgt.

Vorzüglich wird endlich die mögliche Weite des Sehens noch durch die Gesichtsschärfe der einzelnen Individuen bedingt. In dieser Hinsicht unterscheiden sich sehr die wilden Nationen von den cultivirten Europäern, indem jene oft mit blofsen Augen weiter sehen, als diese durch Taschenfernröhre. Beispiele von unglaublicher Schärfe des Gesichts (und auch des Gehörs) bei den Canadensern und den nordamericanischen Wilden überhaupt erzählen namentlich Canven 1, bei den Charruas und den wilden Bewohnern Südamerica's Azara 2, bei den Hottentotten Barnow 3 und andere Reisende.

Genau gesehen wird nur derjenige Gegenstand, auf welchen die Axe eines oder die convergirenden Axen beider Augen

¹ Reisen durch die innern Gegenden von Nordamerica A. d. E. Hamb. 1780. S. 209

² Voyages dans l'Amérique mérid. T. II.

³ Reis. in d. Innere von Südafrica. Leipz. 1801. S. 452.

gerichtet sind. Im ersten Momente der Richtung beider Aus axen sieht man indels nicht blols dasjenige Object, in welde beide verlängert sich schneiden, sondern auch die seitwersi genden, deren Bilder daher seitwärts von dieser Axe in h fallen, wobei aber ganz eigenthümliche und höchst merkwir Modificationen in Betrachtung kommen, welche hauptsich J. BREWSTER genau untersucht hat f. Fixirt man irgent Object, welches hiernach also direct gesehen wird, so schwinden die seitwärts davon liegenden, indirect gesch allmälig, insbesondere schmale weilse Streifen auf schwa oder schwarze auf weißem Grunde. Ist das indirect ged Object in gleicher Entfernung und selbstleuchtend, z.B. Kerze, so verschwindet es nicht ganz, erhält aber eine Hülle mit einem blauen Streifen in der Mitte; werden abei Lichter durch ein Prisma besehen, so verschwindet das und grüne Licht aus dem indirecten Bilde, und es bleib! Gelb mit einer Umgebung von Blau. Wird ein Gegenstank haltend bei schwachem Lichte fixirt, so bringt dieses eine Eindrucke des zu starken Lichtes nahe kommende Emi hervor, so dass der Gegenstand endlich ganz verschwis Dieses erklärt sich nicht bloss daraus, dass die Nerven Eindrücke von anhaltender Dauer abgestumpft werden, dern auch aus der Ermüdung des Auges in der Adjüstires diejenige Entfernung, worin sich der Gegenstand befindet Bar STER macht hiervon zwei interessante Anwendungen. E nämlich wird hieraus erklärlich, warum namentlich bei nicht blols anhaltend fixirte entlegene Objecte abwechsels! schwinden, sondern auch gleichzeitig indirect gesehene, manche Erzählungen von abwechselnd erschienenen und verschwundenen Gestalten beruhen mögen, hieraus der Grund hervor, warum nach der Beobachtus Astronomen 2 sehr schwach leuchtende Sterne durch direct trachtung nicht genau gesehen werden können, wohl aber rect, wenn das Auge auf einen in der Nähe befindlichen ren gerichtet ist. BREWSTER räth statt dessen, solche stat

^{&#}x27;1 Edinb. Journ. of Science VI. 288. Versuche dieser and ich für meine Augen so angreifend, daß ich es aufgeben meine, nachsumachen.

² Phil. Trans. 1824. III. 15.

leuchtende Sterne direct zu betrachten, indem man das Ocular des Fernrohrs etwas aus dem Focus des Objectivglases rückt, um statt eines Lichtpunctes einen kleinen Kreis divergirender Lichtstrahlen zu erhalten, oder das Auge durch Betrachtung näherer Objecte hierfür zu adjüstiren und dann den schwach leuchtenden Stern zu beobachten.

In wie fern der Sehwinkel dazu diene, das Urtheil über die Große und die Entfernung der Gegenstände zu bestimmen, zeigt folgende Betrachtung. Trifft die verlängerte Axe des Auges s OS die Mitte des Gegenstandes, und steht auf seinem wah-Fig. ren Durchmesser MN, welcher zugleich als das Maß seiner wah-

rem Größe dienen kann, normal, so ist 2 Tang. $\frac{1}{2}$ O = $\frac{MN}{OS}$

Es ist also die Tangente des Sehwinkels dem Durchmesser, oder der wahren Größe des Objectes directe, der Entfernung aber umgekehrt proportional, oder aber die Tangente des Sehwinkels wird mit der wirklichen Größe der Objecte wachsen, mit ihrer Entfernung aber abnehmen. Bei kleinen Winkeln kann man ohne merklichen Fehler statt Tangenten die Winkel oder ihre Bögen selbst nehmen, und also sagen, daß die Größe des optischen Winkels der Größe des Objectes directe, seiner Entfernung aber umgekehrt proportional sey. Indem ferner

$$MN = 2 \text{ Tang. } \frac{1}{2} \text{ O} \times \text{OS}$$

$$OS = \frac{MN}{2} \text{ Cot. } \frac{1}{2} \text{ O},$$

so können der Sehwinkel, die wahre Größe und die Entfernung je einzeln aus den andern gefunden werden. Fällt die Augenaxe nicht normal auf den Durchmesser des Objectes, so könnten die angegehenen Größen auch im schiefwinklichen Dreieck berechnet werden, leichter aber ist es, und hinlänglich genau, wenn MN mit dem Sinus des Neigungswinkels = 1, welchen der Durchmesser des Objectes mit der Augenaxe macht, multiplicirt wird, woraus: 1. für den optischen Winkel, 2. für die Größe des Objectes und 3. für die Entfernung desselben folgende Formeln entstehen.

$$2 \text{ Tang. } \frac{1}{2} \text{ O} = \frac{\text{MN. Sin. I}}{\text{OS}}$$

$$\text{MN} = \frac{2 \text{ Tang. } \frac{1}{2} \text{ O} \times \text{OS}}{\text{Sin. I}}$$

$OS = \frac{MN. \sin. I}{2 \text{Tang. } \frac{1}{2}O}$

Ganz auf gleiche Weise ist für das Bild im Auge mn = 2m0. Tang. 10. Es existirt somit ein nothwendiges Verhältnis zwischen der Größe und Entfernung des Objectes und der Größe des Bildes, und zwar so, dass bei gleicher Entfernung verschidener Gegenstände die Größe der durch sie erzeugten Bilder ihrer wirklichen Größe direct, bei gleicher wirklicher Größe aber der Entfernung umgekehrt proportional ist. Indem aber hierbe zwei unbekannte Größen vorhanden sind, welche einander wechselseitig bedingen, so ergiebt sich schon hieraus, dass de Vorstellung weder von der einen noch von der andern durch den bloßen Eindruck unmittelbar gegeben seyn kann, sondem dass ein Urtheil hinzukommen muß, welches die eine bestimm, um die andere zu finden. Eben desswegen aber sind weder de Größe noch die Entfernung stets wirklich, sondern nur scheisbar, und werden auch so genannt.

Indem die Größe des optischen Winkels zur Bestimme der Große eines Objectes unentbehrlich ist, die wirkliche Bestimmung derselben aber nur dann geben kann, wenn augleich die Entfernung bekannt ist, so sollte man diesen Winkel selbs die scheinbare Grösse (magnitudo apparens, grandeu apparente) nennen. Indels scheinen dem Auge nicht alle Gegenstände gleich groß, bei denen dieser Winkel gleich ist, wie sich am auffallendsten bei der Sonne und dem Monde zeigt, wenn sie im Zeinth und im Horizonte gesehen werden, indes der optische Winkel derselben in beiden Fällen gleich groß ist, sie daher auch durch ein Fernrohr oder eine blosse Röhre gesthen, gleich groß erscheinen, nicht aber mit unbewaffneten Weil der Mensch aber, durch lange Uebung gewöhn, und daher ohne sich dessen bewußt zu seyn, allezeit die Griffe und Entfernung zugleich bestimmt, so muls das Urtheil iber die Größe unrichtig seyn, wenn die Entfernung nicht richtig bestimmt ist, und so nennen wir denn die durch Vergleichung beider erhaltene Vorstellung von der Größe eines Objectes gleichfalls und in der Regel die scheinbare Größe.

Kennen wir die wahre Größe eines Objectes genau, so indert die verschiedene Entfernung unsere Vorstellung nicht. Ein auf 40 F. entfernter erwachsener Mensch erscheint uns größer

als ein Kind in der Entfernung von 4 F. und doch ist der erstere Gesichtswinkel mehrmal kleiner, als der letztere. Ist uns aber die wahre Größe unbekannt, so messen wir dieselbe bei gleichbleibendem optischen Winkel nach der Entfernung, und werden getäuscht, wenn wir diese unrichtig schätzen. Wenn z.B. ein Fernrohr den Durchmesser 20 mal, mithin die Fläche 400 mal vergrößert, so glauben wir die Himmelskörper viel größer sehen zu müssen, als sie uns deswegen wirklich erscheinen, weil sie zugleich viel näher gebracht werden, und eben daher kommt es, dass die verschiedenen Beobachter die Größe des Jupiters z. B. ganz ungleich bezeichnen, indem einige ihn mit einem Gulden, andere mit einem Groschen vergleichen, je nachdem sie das dunkele Gesichtsfeld, worin er sich befindet, weiter oder näher setzen. Eben daher scheinen uns Sonne und Mond im Horizonte größer, weil wir sie dunkler und weiter hinter ferne Gegenstände setzen1, und die Höhenwinkel werden in der Regel zu hoch geschätzt, weil uns die unteren 45° des Quadranten größer als die oberen scheinen, auch erscheint uns aus gleichen Gründen das Himmelsgewölbe als eine im Zeinth abgeplattete Kugelfläche. Die Sehne eines Kreises erscheint einem im Umfange desselben befindlichen Auge allezeit unter dem nämlichen Winkel, weil alle Winkel an der Peripherie, welche diese Sehne überspannen, einander gleich sind, und der optische Winkel ist daher überall gleich. Man glaubt, dals die Amphitheater der Alten nach dieser Regel gebauet sind.

Anfangs war man der, aus Keplen's Erklärung der Functionen des Auges folgenden Meinung, die scheinbare Größe der Objecte werde bloß durch die Größe des optischen Winkels bestimmt, wie vorzüglich Tacquer mit vielen praktischen Anwendungen demonstrirte. Malebranche dagegen erwies, daß auch die scheinbare Entfernung zu dieser Bestimmung erforderlich sey. Die frühere Meinung erhielt indeß wieder starkes Uebergewicht durch Varignon², indem er die Curve bestimmte, in welcher Bäume einer Allee gepflanzt seyn müßsten, um vom Ende aus gesehen gleiche Entfernung zu zeigen. Bougur vertheidigte mit triftigen Gründen die richtige Meinung

¹ Vergl. Augentäuschungen weiter nuten.

² Mém. de l'Acad. 1717.

³ Mém. de l'Acad. 1755. p. 99.

MALEBRANCHE'S, welche seitdem auch allgemein angenommen wird.

Bei der Bestimmung des Urtheils über die wirkliche Größe eines Objectes durch die scheinbare desselben, kommt also die Entfernung vorzüglich in Betrachtung, und indem auch diese wiederum durch die Größe bestimmt wird, so giebt es gleichfalls eine scheinbare Entfernung. Die scheinbare Entfernung, der scheinbare Abstand (distantia apparens; apparente) bezeichnet zuerst denjenigen Winkel, welchen die aus dem Centrum des Auges nach zwei entfernten Gegenstanden gezogenen Linien mit einander bilden. In dieser Bedeutung des Wortes reden wir von der scheinbaren Entsernung zweier Sterne, oder zweier weit entlegener irdischer Objecte. scheinbaren Abstande pflegen wir zwar auf den wirklichen Abstand beider Objecte zu schließen, allein mit sehr geringer Richtigkeit, weil die Winkel, welche eine, diese beide mit einmder verbindende Linie mit den vom Auge nach denselben gezogenen Linien macht, und die man bei unbekannter Entfernme der Objecte für gleich hält, nicht durch blosse Beobachtung gegeben sind. Es werden uns daher die beiden Sterne eines Dop--pelsternes und zwei entlegene Kirchthürme einander nahe scheinen, obgleich sie sehr weit von einander liegen, in andern Fallen aber irdische Objecte, welche mit dem Auge ein gleichsenkliches Dreieck bilden, weiter von einander entfernt scheinen, als sie wirklich sind.

Zweitens aber versteht man unter scheinbarer Entfernung, scheinbarem Abstande, diejenige Entfernung eines Gegenstandes vom Auge, welche wir demselben beilegen. Indem wir nämlich mit dem durch das Auge erhaltenen Bilde eines Objectes allezeit, und meistens ohne uns dessen bewußt zu seyn, ein Urtheil über Gestalt, Größe und Entfernung desselben verbinden, so giebt es auf gleiche Weise eine scheinbare Entfernung, als eine scheinbare Größe, und ist jene nichts weiter, als die Vorstellung der wirklichen Entfernung, welche wir uns nach gewissen gewohnten Regeln und durch mancherlei Bedingungen bilden.

Ueber die zur Schätzung der Entfernung erforderlichen Bedingungen äußert sich schon Keplen 1 sehr richtig, das die

¹ Paralip. ad Vitell. p. 62.

Entfernung der beiden Augenaxen gleichsam die Grundlinie sey, deren man sich zur Bestimmung der Entfernung bediene, indem der Winkel, welchen die aus beiden Augen verlängerten, im Objecte sieh sohneidenden Augenaxen bilden, der Entfernung umgekehrt proportional ist. Dieses reicht indels blos für nahe Gegenstände hin, indem der Winkel sich bei größeren Entfernungen zu wenig andert. Wenn Kerlen übrigens beim Sehen mit einem Auge die Breite der Pupille als eine solche Grundlinie anzunehmen scheibt, so ist dieses schwerlich zu rechtfertigen, mehr aber die Schätzung nach der Lichtstürke. Nach CARTEsivs 1 ist die Bestimmung der Entfernung gleichfalls auf dem Winkel der Augenaxen und einer, von jenem angenommenen Wefinderung der Krystallinse gegründet, jedoch meint er, das letztere Hülfsmittel reiche nur bis auf 4 F., das erstere bis auf 20 F. aus, and über 100 bis 200 F. gebe es gar keine deutliche Vorstellung von der Entfernung. Suren & führt das Urtheil über die Entfernung der Gegenstinde blols auf die scheinbare Große derselben zurifok, denn die Erfahrung habe uns gelehrt, daß gewisse scheinbure Größen eines bekannten Körpers stets imit gewissen Emfernungen verbunden wären; und so errege die Burpfitidung der Größe desselben sogieich die Vorstellung seines Abstandes. Hiergegen bemerkt indels Robins & sehr zichtig, dals diese Behauptung in ihrer ganzen Strenge-gegen die Erfahrung streite; denn sonst müsse ein Mikroskop die Gegenstände so viel näher bringen, als esiden optischen Winkel vergrößere, ein Hehlglis verkleinere das Bild; und bringe es doch näher, und von den beiden Bildern; welche eine Liefaffamme auf den beiden Plächen einer etwas antfernten biconvexen Linse erzeuge, Bey das kleinere verkehrte- zugleich auch das nächste. De LA Hine & giebt fünf Stücke en, worent die Bestimmung der Entfernung beruhe, welche einzelg und in Verbindung mehr oder Weniger in Betrachtung kommen sollen. Digse sind die scheinbare Größe, die Helligkeit der Farbe, die Richtung beider Augenaxen, die Parallaxe oder veränderte Lage der Gegenstände beim bewegten Auge und die Deutlichkeit der kleinsten Theile.

¹ Dioptr. p. 68. De Hamina p. 66 - 71.

² Optik. 8.45.

⁸ Math. Tracts. Lond. 1761. 8. H. 280.

⁴ Mém. de Par. 1694.

Die Maler haben gewöhnlich nur die beiden ersten Bedingungen in ihrer Gewalt, bei Theaterdecorationen aber, wo Theile wirklich in verschiedene Entfernungen vom Auge gestellt werden, stehen ihnen die vier ersten zu Gebote, und sie können daher eine lebhafte Täuschung hervorbringen.

Am vollständigsten und schärfsten hat indels Pontemprendie Mittel, wodurch das Urtheil über die Entfernung bestimmt

wird, angegeben, worunter er folgende rachnet.

1. Die Einrichtung, welche sich das Auge geben muß, un die Gegenstände deutlich zu sehen, es mag diese bestehen, worin sie wolle. Vorzüglich dient dieses für kleine Entfernunges, kommt aber auch bei größeren in Anwendung, so lange sich das Auge für dieselben noch einrichten muß, und erst dans, wenn die Objecte so weit entfernt sind, daß die auf das Auge fallenden Strahlen für parallel gelten können, verschwinde überhaupt die deutliche Vorstellung von der Entfernung.

- 2. Der Wiekel beider Augenauen gieht eines der sichersten Hülfsmittel, dessen Mangel bei Einängigen und stark Schielenden sich auffallend zeigt. Hängt man einen Ring auf, stellt sich gegen die Kante desselben, und versucht mit einem gekrümmten Stabe die Oeffaung zu treffen, so ist dieses leicht beim Gebrauche beider Augen, schwer wenn man eins verschließt oder entbehrt². Indes reicht dieses Mittel höchstens bis zur Entfernung von 120 F.
- S. Die scheinbare Größe, jedoch bloß dann, wenn die wahre bekannt ist. Kennen wir die letztere gar nicht, so fällt meistens die genäherte Bestimmung der Entfernung ganz weg, welswegen uns Sonne und Mond gleich fern erscheinen, und Berge in der Regel näher als sie sind, weil wir ihre wirkliche Größe zu geringe schätzen, und sie hiernach des großen optischen Winkels wegen zu nahe glauben.

4. Die Helligkeit und Lebhaftigkeit der Farben. Inden

¹ Treatise on the eye.

² Bior Procis cet. II. 372 macht die Bemerkung, dass man eine Nadel besser beim Gebrauche beider Augen als eines einzigen einzefädeln vermöge. Wer jedes seiner Augen einseln leicht zu verschliesen vermag, wird keinen Unterschlied finden, er mag sich nur eines, oder beider Augen bedienen. Allein bei diesem Versuche eind die gesehenen Objecte zu nahe, und die heiden Hände geben von selbst das Mass der Entsernung.

sämlich das Licht bei seinem Durchgange durch die Lust veriert, so werden alle Gegenstände blasser und dunkler, je weier sie entsernt sind. Daher scheinen uns Sonne und Mond im
Horizonte größer, weil wir sie für entsernter halten; ein Zimmer mit frisch geweißsten Wänden scheint kleiner, beschneiete
Berge scheinen näher, und im Nebel verändern sich Größe und
Entsernung aller Umgebungen auffallend. Hierauf beruhet die
Lustperspective der Maler.

- 5. Hiermit susammenfallend ist die Deutlichkeit der kleinaten Theile, indem wir durch Uebung wissen, daß diese bei größerer Entfernung ganz verschwinden.
- 6. Endlich bestimmen wir sowohl die Entfernung als auch die Größe der verschiedenen Objecte nach der mehr oder minder bekannten Größe und Entfernung derjenigen Gegenstände, welche sie umgeben. Ein einzelner entfernter Kirchthurm in einer weiten Ebene scheint daher näher, als wenn mehrere Oerter dazwischen liegen, und entfernter, als wenn irgend ein Gegenständ die zwischenliegenden Räume verdeckt; die Sonne im Horizonte scheint entfernter als im Zenith, und daher bei gleichbleibendem optischen Winkel auch größer, überhaupt aber die Entfernung des Himmelsgewölbes im Horizonte drei bis viermal größer, als im Scheitel, und bildet somit nach Smith und Lambert eine nach der Muschellinie gekrümmte Figur.

Hierzu mögen noch wohl andere minder allgemeine Mittel' kommen, und weil die verschiedenen Personen bald das eine bald das andere mehr und besser anwenden und anzuwenden sich geübt haben, so fallen die Urtheile über Größe und Entfernung so verschieden aus.

Durch die individuelle Einrichtung des Auges und die Gesetze des Sehens wird ferner sowohl der optische, als auch der scheinbare Ort der Gegenstände bedingt. Unter dem ersteren, dem optischen Orte (locus opticus; lieu optique) versteht man denjenigen Ort einer, hinter einem gesehenen Objecte gelegenen Fläche, auf welche man das letztere projicirt. Ist c der Fig. gesehene Gegenstand, DE die hinter ihm gelegene Fläche, in A 220. das Auge, so ist a der optische Ort des Objectes c. Verändert das Auge seinen Platz, und kommt z. B. nach B, so wird da-

¹ Beiträge. I. 6. 60 - 78.

durch der optische Ort von c verändert, kommt nach b, und all heist dann die Parallaxe. Kann das Auge den Abstand der Flächt vom Gegenstande nicht wahrnehmen, so setzt es das Object in die Fläche selbst, der optische Ort wird dadurch zum scheinbaren und die Sache gehört unter die Gesichtsbetriige. Auf diese Weise setzen wir scheinbar die Gestirne an das Himmelsgewölbe. Bewegt sich das Auge, z. B. von A nach B, so muß auch das Object c oder die Ebene DE sich zu bewegen scheinen 1, welches gleichfalls unter die Gesichtsbetrüge gehört.

Der scheinbare Ort (locus apparens; lieu apparent; Situation or Place of visible objects) dagegen heilst der jenige Ort, an welchen man in Gemäßheit des Urtheils über da gesehene Object oder dessen Bild die Gegenstände zu setzen pflegt. Der optische Ort ist also nur dann auch der scheinbare wenn man den Abstand der hinteren Fläche von dem gesehenen Objecte nicht wahrnimmt.

Denkt man sich in derjenigen Richtung, in welcher de Lichtstrahlen vom Gegenstande, ins Auge kommen, eine Line aus dem letzteren verlängert bis in diejenige Entfernung, a welcher man den gesehenen Gegenstand zu sehen glaubt, se trifft diese in seinen scheinbaren Ort. Wenn die Lichtstrahlen daher in gerader Richtung vom Objecte das Auge treffen, so inte man um so weniger bei der Bestimmung des wahren Ortes, oder es wird um so sicherer der scheinbare Ort zum wahren, je richtiger das Augenmass des Sehenden ist. Bei sehr entsernten Gegenständen ist es aber oft der Fall, dass man sie in den Horizont selbst setzt, und somit den optischen Ort zum scheinbaren und zum wahren macht. Kommen die Lichtstrahlen von einem Objecte directe ins Auge, so ist es überhaupt leicht, den Ort desselben zu bestimmen, Ungleich schwerer und meistens unmöglich ist dieses, wenn man statt dessen blossdas Bild sieht, webwegen auch nur durch anhaltende Uebung eine Fertigkeit &langt wird, nach dem letzteren den wirklichen Ort des Objectes zu bestimmen. Wer daher gewohnt ist, vor einem Spiegel gewisse Verrichtungen an sich selbst vorzunehmen, z. B. Rasiren, Frisiren u. dergl., der wird hierbei leicht jeden Ort an sich, den er früher oft berührte, aus dem gesehenen Bilde richtig bestimmen lernen, bei andern ungewohrten Verrichtungen aber,

¹ Vergl. Bewegung, scheinbare. Th. I. S. 915.

z. B. beim Stutzen der Haare mit einer Scheere oder dem Berühren einer gesehenen Stelle mit einem Instrumente meistens das Gesuchte versehlen, vorausgesetzt, dass er sich eines ungewohnten Instrumentes bedient, und nicht, ohne Rücksicht auf das gesehene Bild, dem gewohnten Gesühle solgt ¹.

Mehrere Geometer nach KEPLER nahmen an, der scheinbare Ort eines nach der Reflection oder Refraction gesehenen Objectes sey da, wo die aus dem Auge verlängerten Lichtstrahlen den Perpendikel vom Objecte auf die brechende oder reflectirende Ebene treffen. Dieses palst allerdings für Planspiegel, und trifft auch in vielen andern Fällen, welswegen die Regel für allgemein gültig angesehen wurde. Inzwischen ist sie weniger deutlich, als die schon von Kepler s für die scheinbare Entferning angegebene Bestimmung, wonach man den Gegenstand oder dessen Bild dahin setzt, wo die Augenaxen verhingert sich schneiden. Oder wenn man mit einem Auge sieht, im die Spitze des Lichtkegels, dessen Basis die Pupille ist. Spätek suchte BARROW & die hierbei zu berficksichtigenden Gesetzergemaner anzugeben, indem er annahm, jeder Punct eines Objactes oder seines Bildes werde dahin gesetzt, von wo aus die Lichtstrahlen ohne zwischenliegendes brechendes oder reflectirendes Mittel ausgehen. Dieses weiter verfolgend, snohte er zurbestimmen, wo die von den sämmtlichen Puncten eines Objectes ausgehenden Strählen, welche nach der Brechung und Reflece tion ins Auge treffen; sich hinter das reflectirende Mittel rückwerts vorlängert schneiden; indem er mit Kepler diesen Punct, oder die Spitze des vom Auge ausgehenden Lichtkegels, als den scheinbaren Ort jedes Punctes im Bilde angab, dessem Korm hiernach zugleich von ihm angegeben wurde. Für Bilder ebener spiegelnder Flächen ist diese Regel allerdings zutreffend, und es lassen sich auch die durch krumme spiegelnde Flächen erzeugten Bilder nach derselben construïren, welches aber allerdings schwieriger ist . Bankow selbst fand einen Einwurf gegen seine Theorie in folgender Erscheinung. Wenn ein Ob-

[&]quot; 1 Vrgl. Bild. Th. I. 8. 973.

² Paralip: p. 59.

⁸ Lectiones opticae Lond, 1674. 4.

⁴ S. Bild. Vergl. Karstura de objecti in speculo sphaerico visi magnitudine apparente. Com. Nov. Soc. Gott. VIII. ad un. 4777.

ject hinter dem Focus einer biconvexen Lines ist, das Auge dicht an derselben, so erscheint es verwirtt, aber an seiner eigentichen Stelle. Entfernt man das Auge, so wird das Bild verworrener, kommt aber näher, und wenn das Auge nahe beim Focus ist, so nimmt die Verworrenheit zu, das Object aber escheint ganz nahe am Auge.

Berkeley 1 nahm zuerst die Barrow'sche Theorie in Schutz und auchte letztgenannte Einwendung zu beseitigen, indem e zeigte, dass die Kreise, welche die nicht zum Bilde vereinigten Lichtstrahlen auf der Retina erzeugen, die nämliche Underlichkeit herheiführen, sie mögen sich vor oder hinter derselbes vereinigen, weswegen das Urtheil der Seele in beiden Falles das nämliche ist, ohne Rücksicht des Ortes, von wo aus die Strahlen kommen, so dass also in dem vorliegenden Falle, wuin die Undeutlichkeit mit der Entfernung des Auges vom Ghe wächst, das Bild unserer Vorstellung nach näher kommt, wei die wachsende Undeutlichkeit hiermit verbunden zu seyn pleg-Hiergegen erinnert Smith 2, dass alle undeutlich durch Glise gesehene Gegenstände näher zu seyn scheinen müßten, wa gegen die Erfahrung streite, vielmehr scheine das Object des Auge näher, weil es scheinbar größer werde 3. Dieses streitt aber gleichfalls gegen die Erfahrung, indem die geraden Bilde im Hohlspiegel größer und entfernter, im convexen aber kleine and naher scheinen, beides, mit Barnow's Theorie übereisstimmend. Außerdem erinnert Montucia 4, dass erhabent Gläser den Rand eines Tisches entfernter zeigen, so das min unter ihn fährt, wenn man denselben schnell mit der Had berühren will.

Barrow's Meinung ist später vertheidigt von Boueurs, vollständiger und besser aber von Kraft 6, und man kann sie

¹ Essay toward a new theory of vision. Dublin 1709. 8. p. M.

² Optik. p. 398 u. 401.

S Ohne Zweifel wirken beide Ursachen bei diesem interessants Phänomene gemeinschaftlich, indes erhält das Auge überhaupt ein 10 verworrenes, und den gewöhnlichen, deutlich gesehenen, so unibliches Bild, dass es achwer ist, über den Ort desselben su untheiles.

⁴ Hist, des Mathem. II. P. IV. L. 9. c. 2.

⁵ Traits d'Optique, p. 104.

⁶ Com. Petrop. XII. 252.

in ihrem wesentlichen Theile füglich als die passendste ansehen, wenn man bloß in Beziehung auf die Operationen des gesunden Auges und des Urtheils der Seele über das Gesehene annimmt, daß das Object oder das Bild allezeit in die verlängerte Augen-axe gesetzt wird, mit Rücksicht auf die Mittel, deren man sich zur Bestimmung der Entfernung bedient.

Es ist somit also klar, dass im Auge selbst, und in der Art, wie durch des einfellende Licht ein Bild in demselben erzeugt wird, die Bedingungen allerdings enthalten sind, Tiber die Anordnung, Grosse, Gestalt, Entsernung und übrigen Beschaffenheiten der gesehenen Objecte Begriffe zu erhalten, dass diese letzteren aber nicht unmittelbar gegeben werden, sondern zugleich auf Urtheilen und Schlüssen beruhen, welche wiederum die Eindrücke anderer Sinne zur Grundlage haben. Insbesondere werden die Eindrücke durch das Auge mit denen durch Betastung und durch wirkliche Messungen erhaltenen von frühester Kindheit an so oft und anhaltend in Verbindung gesetzt. dass beide, uns unbewulst, in einander übergehen, und wir mit jedem Gesehenen zugleich ein Urtheil über Große, Entfernung und Beschaffenheit verbinden. Vermuthlich beruhet hierauf der natürliche Trieb der Kinder, alles was sie sehen, zu betasten, welcher auch bei Erwachsenen zuweilen bleibt 1, und wodurch allmälig eine unglaubliche Fertigkeit, nach dem im Auge hervorgebrachten Bilde oder durch den Anblick der Gegenstände über ihre eigentliche Beschaffenheit zu urtheilen, erlangt wird. Die durch anhaltende Uebung, verbunden mit wirklichen Messungen erhaltene Fertigkeit und Sicherheit dieses Urtheils nennt man Augenmass, welches sonach bei einigen Menschen feiner und sicherer seyn muss, als bei andern. Baumeister z. B. schätzen Gebäude und ihre Theile nach dem bloßen Anblick sehr richtig, Feldmesser und Militairpersonen bestimmen Entfernungen genau, und so haben auch Forstmänner, Jäger und Handwerker eine große Fertigkeit, über diejenigen Gegen-

¹ Man darf es daher so übel nicht nehmen, wenn ziele Personen die vorgezeigten Instrumente (nicht selten zum großen Verdrußs der Physiker) zu betasten pflegen. Ein Hollander soll indess über zein Cabinet geschrieben haben: Mit den Augen Dich ergötze, mit den Händen nichts verletze.

stände genn zu urheilen, womit sie sich oft und enhaltend mi Interesse beschäftigen. Einem schufen und genauen Augesmalse steht ein schlechtes und unrichtiges entgegen.

So richtig indels in den meisten Fällen auch das Urtheil über das Gesehene ist, so finden dennoch eine greise Menge sogenannte Gesichtsbetrüge, Augentäuschunge, aptische Täuschungen; fallaciae opticae, fallaciae staus; Illusions optiques statt, deren Ursache, obgleich in falschen Urtheile über das Gesehene liegend, dennoch mit de unmittelbaren Empfindung des Sehens verwechselt, und sonat dem Gesichte selbst als Betrug beigemessen wird. Eine große Menge von Gesichtsbeträgen liefert der Anblick der himmlische Körper, indem wir diese nach den bei irdischen Gegenstände abstrahirten Regeln beurtheilen. Daher halten wir z. B. die Gestirne für gleich entfernt, Sonne und Mond für nahe gleich groß und beide für flache Scheiben, auch legen wir den Himmelskörpern Bewegung bei, weil sie ihren Ort gegen das Angeverändern, und dieses bei irflischen Objecten eine Bewegung beweiset.

Keiner unter den zahlreichen Gesichtsbetrügen ist, so viel fach beachtet und beurtheilt, als derjenige, dals die scheinben Größe der Sonne und des Mondes beim Auf - und Untergange derselben vermehrt wird. Protenans ? und sein Commenttor Theon leiteten das Phänomen von den Dünsten in der Infab, Alhazen aber, und nach ihm Baco, Viteratio, Kerles, Pekham u. a. erklärten dieses, und die im Zenith plattgedrücks Form des Himmels daraus, dals im Horizonte zu der Eptiernung der Gegenstände der Halbmesser der Erde zugesetzt wirde. Honges führte dieses weiter aus, irrte aber dabei, indem er au dieser Größe, als einer wirklichen, die Gestalt des Himmels ableitete. Cartesius und nach ihm Wallis, Logan u. a. ist den die Ursache in der Menge der zwischenliegenden Gegenstände, wonach wir die Entfernung größer schätzen, als sie ist, und daher das Object bei unverändertem Gesichtswinkel für grö-

⁷¹ KART Anthropologie, S. 81,

² Almagest. L cup. 8. :

⁸ Phil. Trans. XXXIX. 404,

r halten 1. Diesem pflichten Gregory 2, Marennagene d Huxgens & bei. Hiergegen erinnerten Gover & und Mortux 6, dass diesemnach beide Himmelskörper uns größer erneinen mulsten, wenn wir neben Hausern, hohen Thurmen er Bergen hinauf sie erblickten; auch könnte das Phanomen f dem freien Meere nicht stattfinden. Sie leiten dasselbe dar von den Dünsten ab, die den optischen Winkel vergrößere llen, welche Meinung Sam. Dunn 7 durch verschiedene Beachtungen und Versuche zu beweisen bemüht war. Hiergeen streitet indels die Erfahrung, dass die Vergrößerung sogleich erschwindet, wenn man durch ein gemeines Rohr oder nur arch ein Loch in einer Karte, oder auch durch ein geschwärzs Glas 3 sieht, indem durch jedes dieser Mittel die Augentauthung and eine interessante Weise sogleich verschwindet. Gas-ENDI meint, bei wenigerem Lichte sey die Pupille weiter, eralte daher einen größeren optischen Winkel, und sehe dieemmach din Gegenstände auch vergrößert. PERKELET sah die recheinung als eine unmittelbare Wirkung des geringeren Liches und des schwächeren Glanzes an 9. Desaguliers 10 endlich md vorziiglich Shirm. 4 suchen die Sache deutlich zu machen; and aus der eingedrückten Gestalt des Himmelegewölbes abzuoiten, wonach sie anch damit in Verbindung steht, dass uns lie Höhenwinkel nahe am Horizonte viel höher erscheinen, als nie wirklich sind. Hat nämlich das Himmelsgewölbe die Gestalt Fig. eines Kreissegmentes ab c, so muss jede Größe nahe am Hori-221. zonte vermehrt erscheinen 12. Die eigentliche Erklärung des Phänomens kann nicht schwierig seyn, wenn man überlegt, daß

¹ S. PRIESTLEY Gesch. d. Opt.

² Geometria. Pars. universalis. p. 141.

⁸ Recherche de la Verité. Part. I.

^{4 8}mith: Opt. Art. 586.

⁵ Phil. Trans. abridg. III. 865.

⁶ Acad. des Sc. 1700. p. 11.

⁷ Phil. Trans. LII. 462.

⁸ Bior Astron. phys. I. 35.

⁹ Rosins math. Tracts. II. 242. ff. wo noch mehrere Meinungen angeführt werden.

¹⁰ Ebend. 245.

¹¹ Optics, I. 63. Remarks. p. 58. Vergl. Himmel.

¹² Vergl. Paisstler Gesch. d. Opt. 8. 504. Hutton Dict. IL 15.

wir die scheinbare Größe der Gegenstände nach dem spillen Winkel und zugleich aus der Entfernung bestimmen, won uns aber bei den Himmelskörpern im Horizonte sowal gen des bekannteren, und daher größer scheinenden zwie liegenden Raumes, als auch wegen der geringeren Helf derselben größer geschätzt wird, weswegen ihre Größe wermehrt erscheinen muß 1. Hiernach ist die Sache selbt auffallender, als daß uns ein erwachsener Mensch, der derlichen optischen Winkels ungeachtet, in jeder Entis gleich groß erscheint.

Auch bei irdischen Dingen sind die Gesichtsbetrüge so l dass es unmöglich wäre, sie alle anzusühren. So sinden B. in späteren Zeiten Häuser, Zimmer und sonstige Gegens deren wir uns den Zeiten unserer Kindheit erinnern, viel ner, als unsere erinnernde Vorstellung sie angiebt, und Of welche wir aus großen Höhen oder Tiefen beobachten, sch uns ungewöhnlich klein, weil wir sie für näher halten, wirklich sind. Juniu 2 sagt: "Man lasse einen Knaben, wi nie auf einem hohen Gebäude gewesen ist, die Spitze des puments in London besteigen, so werden ihm die Men und Pferde auf der Gasse merkwürdig klein vorkommen. Nu sehn oder zwanzig Jahren, wenn er oft auf solchen Höhm! wesen ist, werden sie ihm nicht mehr so klein erscheinen, sähe er oft von solchen Höhen herab, so würde er keinen U terschied zwischen diesen und denen aus dem Fenster des ent Stockes gesehenen wahrnehmen." Sehr weit entfernte Gege stände erscheinen uns nach Bouguen 3 stets kleiner, als sie in weil uns die Mittel des Augenmaßes fehlen. Ebene, worauf wir uns befinden, z. B. die Fläche des Meer scheint sich in der Entfernung zu erheben. Fährt man ind sondere schnell auf einer völlig ehenen Strafse, so glanht # sie habe eine beträchtliche Elevation, und jeder Berg schi steiler als er ist, insbesondere wenn man ihn von einer H herab betrachtet, denn in diesem Falle erscheinen feme Ebest vorzüglich stark beleuchtete, als Landstraßen und dgl. fast int recht. Letztere auffallende Augentäuschung läßt sich leichte

¹ BIOT a. a. O.

² PRIESTLEY Gesch. d. Opt. S. 897.

⁸ Mem. de Par. 1755. p. 156.

klären. Befindet sich nämlich der Beobachter auf einem Berge Fig. A, und sieht von der fernen horizontalen Ebene die Puncte 222.

a, b, c..., so liegen zuerst die von diesen ausgehenden, in das Auge O fallenden Linien über einander, dann schätzen wir weit entlegene Gegenstände näher, als sie sind, und sehen daher die Linie ab c als die Basis eines gleichschenklichen Dreiecks mit den äußersten, in das Auge fallenden Lichtstrahlen aO; cO an, weil uns entfernte Gegenstände gewöhnlich so erscheinen, woraus die Täuschung leicht erklärlich ist. Aus eben dem Grunde scheinen lothrechte, hohe Gebäude dem nahe stehenden Beobachter, insbesondere aber wenn derselbe auf einer horizontalen Ebene auf dem Rücken liegend sie ansieht, überhängend.

Betrachtet man ein Stück Geld oder ein Pettchaft durch ein Mikroskop, so scheinen die Erhabenheiten in der Regel wertieft, und die Vertiefungen erhaben. Dieser Gesichtsbetrug. welchen schon Jablot 1 und P. F. Guelin 2 erwähnen. Rit-TENHOUSE 3 aber weitläufig erläutert, wird als Folge des verkehrt auffallenden Lichtes angesehen. Letsterer meint daher, die Täuschung würde wegfallen, wenn man reflectirtes Licht, also gleichfalls umgekehrtes auffallen lasse, allein dieses ist nicht Das Phänomen zeigt sich leicht und sicher, schon mit einer gemeinen Loupe, allein die Erklärung ist schwierig. Neuerdings ist diese optische Täuschung abermals weitläuftig untersucht 4, und bemerkt, dass sie am auffallendsten zum Vorschein kommt, wenn man eine Gemme oder Kamee durch die Ocularrohre eines Fernrohrs betrachtet. Hierauf ist dann auch die sehr ausführliche Erklärung gegründet, welche mitzutheilen ich deswegen Anstand nehme, weil der Umstand nicht berücksichtigt ist, dass die Erscheinung sich schon dann zeigt, wenn man ein gewöhnliches Pettschaft bei wenigem Lichte durch eine gemeine Loupe ansieht. Mir scheint unter andern der Grund der Täuschung darin zu liegen, dass die hervorstehenderen, mehr beleuchteten und helleren Theile wegen des gleichbleibenden optischen Winkels in größere Fernen gesetzt, die vertieften dunkleren aber näher gerückt werden, welches mit anderen be-

¹ Description de plusieurs nouveaux microscopes 1712.

² Phil. Trans. 1747.

³ Transact. of the Americ. philos. Society. 1786. II.

⁴ Edinb. Journ. of Science. VII. 99.

kannten Tänschungen zusammenfällt. Indels gebeichm, die Erklärung dennoch immer etwas unvollständig bleibt I niger ist dieses der Fall bei demjenigen Gesichtsbetruge, de ABAT 1 gedenkt. Wenn man nämlich eine mit Wasser ges Flasche in einem Hohlspiegel betrachtet, so scheint der Theil gefüllt und umgekehrt. Wendet man aber die Flasch und lässt sie auslausen, so scheint sie sich zu füllen, b weil man nicht gewohnt ist, das Wasser oben in der Fu und die Luft unten zu sehen. Hierher gehören auch die schiedenen Bewegungen enterer Gegenstände, entwele the gemeinschaftlich, wenn wir uns unserer Bewegung bei sind, indem sie ihre Lage gegen das Auge und die nid Gegenstände unmerklich ändern, z. B. des Mondes, ente Thurme u. dgl., oder allein; wenn wir zu ruhen scheine B. der Hecken und Ufer vom Schiffe herab gesehen, u. del. Steht jemand auf einer Brücke und sieht stromaufwärts a stark bewegte Wasser, vorzüglich beim Eisgange, so st zuletzt der Strom zu ruhen, und die Bräcken eich gegen it bewegen.

Der Eindruck des Lichtes auf die Retina dauer es Zeit, und diesemnach scheint oft ein bewegter Körper an mereren Orten zugleich zu seyn. Daher gleicht der Blitz ei Strahle, und eine Kohle, schnell in einem Kreise geschwurg bildet einen zusammenhängenden Kreis, weil der Lichteindrung welchen das Auge beim Anfange ihrer Bewegung im Kreise hielt, noch fortdauert, wenn sie sich schon am Ende desselbefindet. Die Erscheinung selbst ist schon früh beobachtet bald richtig erklärt 3, namentlich durch Newton 4, weld die Zeitdauer des Eindrucks zu einer Secunde angab. Gense Versuche wurden nachher angestellt von Segner and D'Am wovon ersterer 30 Tertien, letzterer 8 Tertien als längste De

¹ Amusements philosophiques p. 242.

² Postessierd on the eye Il. 122. Paisstlev Gesch. d. Opt. S.#

⁸ Haller Adnot. ad Boerhavii Praelect. acad. adn. 2. §. 541 Physiol. V. 480.

⁴ Opt. qu. 16.

⁵ De raritate luminis. Gott. 1740.

⁶ Mam. de Par. 1765. p. 450. Die Angabe n'Ancres von hait in ces ist von einigen missverstanden, und für # Secunden genomme.

des Lichteindruckes annimmt! CAVALLO 1 glaubt nur 6 Tertien annehmen zu müssen. Die neuesten Versuche sind von PAR-ROT 2, wonach die Dauer des Eindrucks 15 Tertien beträgt, wenn eine Kohle in einem dunkelen Zimmer geschwungen wird, und 6,8 F. in einer Secunde durchläuft, aber nur 10 Tertien, wenn sie im hellen Zimmer geschwungen wird, und 10 F. in einer Secunde durchläuft. Auf allen Fall ist der Eindruck dauernd genug, nm die Gestalt des Blitzstrahls, der Feuerkugeln und Sternschnuppen und andere Phänomene daraus zu erklären, auch ließe sich die Geschwindigknit solcher schnell bewegter leuchtender Massen, namentlich des Blitzes, durch dieses Mittel messen, wenn die Zeit der Dauer des Lichteindrucks selbst genau bestimmt wäre. Erschöpfende Versuche müßten indes zugleich den normalen und abnormen, den gesunden und kranken Zustand der Augen mit berücksichtigen.

Aus der Bestimmung der Dauer des Lichteindrucks auf das Auge in Verbindung mit der oben angegeben Größe des Gesichtswinkels lässt sich erklären, warum manche sehr langsame Bewegungen nicht wahrgenommen werden. G. G. Schmidt 3. wählt, um dieses deutlich zu machen, das Beispiel, dass die Sterne, selbst im Aequator, wo ihre Bewegung am schnellsten ist, dennoch stillzustehen scheinen. Setzt man nämlich die Dauer des Lichteindrucks im Auge hoch auf 0,5 Sec., so durchläuft der Stern in dieser Zeit einen Bogen von nur 5 Sec. und da dieser kleiner ist, als der kleinste Gesichtswinkel für ein räumliches Object, so scheint er still zu stehen. Wird der Stern dagegen durch ein Fernrohr mit nur 10facher Vergrößerung betrachtet, so beträgt der Gesichtswinkel 50 Sec. und seine Bewegung wird, jedoch mit Mühe und kaum wahrgenommen, erscheint aber um so schneller, je größer die Vergrößerung ist, die man anwendet. Hierbei kommt indels der lebhafte Lichteindruck des Sternes auf das Auge in Betrachtung, denn bei der Beobachtung der Bewegung des Minutenzeigers einer Taschenuhr erhielt Schmidt ein anderes Resultat. Diese nahm derselbe nämlich bei der Anwendung einer zehnfachen Vergrößerung so eben wahr. Indem aber die Länge

¹ Naturiehre, übers. von Tromsdorf. III. S. 132.

² Entretiens sur la Physique par G. F. Parrot. VI Tom. 8. Dorpat 1819-24. III. 235.

S Hand- und Lehrbuch der Naturlehre. Giess. 1826. 8. 5. 471. IV. Bd. Zzz

des Zeigers 45 Pan Lin. betrug, und der Schwinkel einer Abtheilung desselben (für 10 Z. Abstand des deutlichen Sehens ben Beobachter) 135 Min. ausmachte, so war die Bewegung deselben in einer Secunde == 13,5 Sec. scheinbar, und mit 104cher Vergrößerung 135 Sec. oder 2 Min. 15 Sec. kommt bei dieser, allerdings sinnreichen Methode, die kleinste Bewegungen zu messen, vieles., namentlich die Gesichtsschäft und die Erleuchtung des beobachteten Gegenstandes, in Betradtung, weswegen auch die beiden mitgetheilten Angaben so sek von einender abweichen. Um die letztere zu prüfen, beobachtete ich selbst den Minutenzeiger meiner Taschenuhr, welche 9,1 Liv, lang und stahlblau sich auf einem blendend weißen Ziferblatte hewegt. So lange er eich über dem letzteren bewegt, konnte ich das Fortrücken desselben mit unbewaffnetem Ange und bei einer Gesichtsweite von 8Z. wahrnehmen, jedoch schia er still zu stehen, wenn er sich über einem schwarzen Theistriche befand, so dass also diese Bewegung als die Grenze dejenigen anzunehmen ist, welche mein Auge noch wahrnehme Man darf also jene angegebene Größe von 13,5 Sec. m verdoppelen und im Verhältniss von 10:8 nehmen, um fin mein Auge den kleinsten optischen Winkel von nahe 34 Sec. # erhalten 1, welcher indess unter minder günstigen Bedingunge, namentlich wenn das Messen des Abstandes der Zeigerspins zwischen den beiden Minutenstrichen wegfiele, nicht so klein ausfallen würde. Hieraus erklärt es sich auch, warum die Bewegung der Sterne im Fernrohre bei einem optischen Winkel von 50 Sec. sichtbar wird, nämlich theils wegen des starken Lichtes derselben im verhältnissmässig dunkelen Raume, theis weil das Gesichtsfeld des Fernrohres etwas erleuchtet, seine Umgebung wegen des inwendig schwarzen Rohres aber vollig dunkel ist, und auf diese Weise also der veränderliche Abstud des Sterns von dem Rande des Gesichtsfeldes gemessen waden kann.

So wie der Lichteindruck auf das Auge eine gewisse Leidauert, so erfordert derselbe gleichfalls eine verschwindend kleim Zeit, bis er vom Auge deutlich empfunden wird. Ist daher die Bewegung zu schnell, so verschwindet zuerst die Form des Körpers zunehmend mehr und mehr, und endlich verschwindet

¹ Die genauere Berechnung giebt 84" 50".

der Körper selbst wenn er dunkel ist, lälst aber bloß den Eindruck seiner Bahn zurück, -wenn er selbstleuchtend ist. Verschwinden der Formen kann man schon wahrnehmen, wenn man sich schnell herumdrehet, in welchem Falle zwar die umgebenden Objecte, aber nicht ihre Gestalten erkannt werden, vom gänzlichen Verschwinden der Körper giebt die Unsichtbarkeit der geschossenen Kugeln ein überzeugendes Beispiel. G. G. Schmidt 1 suchte für beides die Grenze zu finden, indem er einen in 4 weiße und schwarze Felder eingetheilten Würfel von 1 Quadratzoll Fläche an einem Haspel befestigte, letzteren schnell, aber regelmäßig, umdrehen ließ, und den Würfel aus 28,5 Z. Entfernung betrachtete. Hierdurch ergab sich, dass für das Erstere die Winkelgeschwindigkeit in 1" Zeit 198° 51' und für das zweite 265° 8' betrug. Das Erzeugen einer leuchtenden Bahn zeigt sich, beim Umschwingen einer glühenden Kohle, beim Blitzen u. s. w.

Aus der Zeitdauer des Lichteindrucks im Auge wird auch eine artige optische Spielerei erklärlich, welche durch einen gewissen Dr. Paris erfunden seyn soll 2, und Thaumatrop (von Θαῦμα Wunder und τρέπω ich wende, engl. wonderturner) genannt ist. Unter den zahllosen Abänderungen dieser ganz sinnreichen Spielerei wird es genügen, nur eine einzige zu beschreiben. Man schneidet aus Chartenpapier, oder auch dun-Fi nem Elfenbein, eine Scheibe von einem Z. bis 2,5 Z. Durch-223. messer, zeichnet auf die eine Seite eine beliebige Figur, z. B. einen Vogelbauer, und auf die andere, wenn man dieselbe um eine mitten durch die Ebene derselben gehende horizontale Axe gedrehet hat, eine correspondirende, z. B. einen Vogel. ser Axe werden dann zwei, an beiden Seiten etwas hervorstehende Fäden A und B befestigt und zwischen den Fingern beider Hände schnell herumgedrehet. Indem sonach der Eindruck der Zeichnung auf der einen Seite so lange fortdauert, bis auch das Bild der entgegengesetzten gesehen ist, so vereinigt die Vorstellung beide Bilder in eins, und der Vogel scheint im Käfig zu sitzen. Das Umdrehen an den beiden Fäden bewirkt übrigens ein Schlottern, und eine damit verbundene Unstetigkeit der

¹ a. a. O. S. 472.

² Edinb. Journ. of Science. Nr. VII. 87.

Bilder. Um dieses zu vermeiden, schlägt BREWSTER vor, die Enden der Axe aus einem starren Körper zu verfertigen, und außerdem muß die Axe, um welche die Scheiben gedrehet werden, genau durch den Mittelpunct der Scheiben gehen. Sonach scheint es mir am besten, die Thaumatrope von Elfenbein zu verfertigen, oder von Blech mit aufgeklebtem Papiere, die zum Umdrehen bestimmten Enden der Axe aber in beiden Fällen aus der Masse der Scheiben bestehen zu lassen. Veränderungen der Zeichnungen lassen sich übrigens unzählige angeben, z. B. Auf der einen Seite der untere Theil eines Hauses, auf der andem das Dach, oder der Stamm eines Baumes und die Krone, der Rumpf eines Menschen und der Kopf u. s. w.

Endlich beruhet auf diesem nämlichen Grunde die Erkirung einer optischen Täuschung, welche gewiß vielfach wahrgenommen erst neuerdings beachtet und namentlich durch Re-GET 1 genau und vollständig dargestellt ist. Wenn man durch ein Gitter von horizontalen, am besten schwarzen, nicht weite von einander entfernten, Stäben, als dass mindestens drei al die Länge einer Radspeiche gehen, ein um seine Axe gedrehetes und zugleich in horizontaler Richtung bewegtes Wagenral hetrachtet, oder wenn das Rad um seine Axe gedrehet und des Gitter in horizontaler Richtung bewegt wird, so erscheinen die zwei Speichen, welche ganz zwischen die Oeffnung der Stabe fallen, gerade, alle übrigen aber nehmen die in der Zeichnung aus-Fig. gedrückte Krümmung an. Die Erscheinung tritt erst ein, wenn die Bewegung des Rades eine gewisse Geschwindigkeit erreicht hat, dann aber ist die Krümmung auch bei zunehmender Geschwindigkeit sich stets gleich bleibend, jedoch darf die letztere nicht so groß werden, dass die Unterscheidung der einzelnen Speichen verschwindet, auch sind die beiden angegebenen vereinten Bewegungen nothwendig, wenn das Phanomen eintrette soll. ROGET construirt dann die Erscheinung sehr einfach geometrisch. Ist nämlich die Bewegung des Rades in der Richtung Fig. P Q und findet zugleich eine Rotation um die Axe O statt, le-

Fig. P Q und findet zugleich eine Rotation um die Axe O statt, te25 zeichnen ferner die Linien A; B; C; die Richtungen, in
denen die Orte, welche die einzelnen Theile der Speichen optisch einnehmen, durch die Zwischenräume der lothrechten Stäbe

¹ Phil. Trans. 1825. I. p. 181. Vergl. Quarterly Journ. of Science. X. 282.

geschen werden, stellen RO und OY zwei emander diametral gegenüberstehende Speichen vor, welche bei der Bewegung durch die Raume A ; B ; C , ... in die Lagen aO; BO; 70 kommen, dauert endlich der Lichteindruck des Speichentheiles auf das Auge in seiner Lage bei R so lange fort, bis der nächste Theil der Speiche bei a, der nächste bei b, der nächste bei c..... gesehen wird, so muss die Speiche diejenige Krümmung erhalten, welche durch die Intersectionspuncte ge+ geben wird, also die Figur der Curve R; a; b; c.... annehmen. Indem auf der andern Seite des Rades der nämliche Fall, jedoch die Richtung betreffend entgegengesetzt, eintritt, so folgt, dass in VW die Speichen gerade, auf beiden Seiten aber entgegengesetzt gekrümmt erscheinen müssen. dete Curve ist nach ROGET die Quadratrix des DINOSTRATUS, und da das Maximum der Geschwindigkeit, in den Bewegungen des Rades dadurch bedingt wird, dass die Sichtbarkeit der einzelnen Speichen nicht verschwinden darf, eben daher aber bei größerer Nähe der Stäbe die Intersectionspuncte früher eintreten und somit weniger tief herabsinken, so folgt hieraus, dass die scheinbare Krümmung der Speichen unter verschiedenen Bedingungen der Geschwindigkeit der Bewegung und Nähe der Stäbe unverendert bleibt. Es scheint mir nicht, dass irgend ein Umstand des Phänomens nach dieser Darstellung unerklärt bleibe.

Hiermit zusammenhängend sind die zahlreichen Erscheinungen des Nachempfindens beim Sehen. Die einfachsten derselben liegen überall zu nahe, um übersehen zu werden, und wurden auch schon von Petresc 1 im Jahre 1634 beachtet, welcher erzählt, dass die Form seiner papiernen Fenster im verschlossenen Auge bleibe, u. z. das Gitterwerk dunkel, die Säulen hell, dass aber umgekehrt die Sprossen hell und das Gitterwerk dunkel erscheine, wenn er sogleich gegen eine mäßig erhellte Wand blicke. Wichtiger und umfassender ist der Versuch, welchen Athan. Kircher 2 durch Bonacunsius kennen lernte. Letzterer behauptete in einer Unterredung mit ihm, er könne bewirken, dass man im Dunkeln eben so gut sähe, als im Hellen. Man solle nämlich in einem finstern Zimmer ein

¹ Vita p. 296.

² Ars. magu. p. 762. PRIESTLEY Gesch. d. Opt. 8. 96.

kleines, den hellen Sonnenstrahlen ausgesetztes Loch in einem Fensterladen machen, dieses mit dünnem Papiere überkleben, worauf beliebige Figuren gezeichnet wären, dasselbe eine Zeitlang scharf betrachten, dann plötzlich bedecken, so werde man auf einem vorgehaltenen weilsen Papiere zuerst allerlei Figuren, zuletzt aber genau die im Fensterladen gezeichneten gerade oder umgekehrt erblicken. Kinchen giebt die Sache für sehr wichtig aus, und meint, das Auge wirke hierbei wie ein bomonischer Stein.

Seitdem sind diese oder ähnliche Versuche mehrfach wiederholt, z. B. von Mariotte 1, Porterfield 2, Büffon 3 a. a. und es ist allgemein bekannt, dass nach anhaltendem Betrachten eines hell erleuchteten, noch mehr aber eines selbstlenchtenden Körpers, vorzüglich der Sonne, ein verändertes Bild des Gesehenen oft lange dauernd im Auge bleibt. Man richtete daher die Aufmerksamkeit mehr auf die zugleich entstehenden subjectiven Farben, wie dieses namentlich durch Büffon, D'Ancz. FRANKLIN, BEGUELIN, DARWIN u. a. 4 geschehen ist. Letzterer vorzüglich hat zugleich auch die übrigen entstehenden Bilde beachtet 5, und theilt die entstehenden Spectra in vier Classen: 1. solche, die von allzugroßer Thätigkeit; 2. die vom Mangel an Empfindlichkeit der Retina herrühren; 3. directe, welche mit dem Gegenstande gleiche; 4. indirecte, welche eine von ihm verschiedene Farbe haben. Die Untersuchung der letzteren ist bei ihm am vollständigsten. Nicht sowohl durch die versuchten Erklärungen, als vielmehr durch die genaue Beschreibung der erhaltenen Resultate ausgezeichnet ist gleichfalls eine große Reihe von Versuchen, welche Punktuje 6 über diesen Gegenstand angestellt hat. Die physische Ursache aller dieser Erschei-

¹ Ocuy. p. 318.

² On the eye. I. 543.

⁸ Mém. de l'Acad. 1743. p. 15.

^{4 8.} Farben, physiologische.

⁵ New Experiments on the ocular spectra of light and colons. Lond. 1786. 4. Aus Phil. Trans. LXXVI. abgedruckt. E. Darwa Zoonomie oder Gesetze des organischen Lebens. a. d. E. von J. D. Brandis. Hann. 1795. 8 Th. 8. II. 887.

⁶ Beiträge zur Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht.
- Prag 1819. &

nungen diegt sehr nahe, find ist in nichts andermy sis in einer Fortdauer des erzeugten Wervenreizes zu suchen, welche men mit der Vorstellung und Erinnerung vergangener Eindrücke vergleichen, und somit das Physiologische an das Psychische teil hen könntes

Unmittelbar hiermit zusammenhängend sindicites funkens feurigen Ringe, schwarzen oder weißen Kreisel und sonstigten Lichterscheinungen, welche nach einem Stofse gegen das Ange oder einem Drucke desselben empfunden werden. Auch mer- über hat nach Mone Agust, Eigener Z. Ellion in die Punkerung deine Reihe won Versuchen angestellt. Dals sie durchzeinen meschanischen Rein der Nervenhaut, nach der Meinung des letzteren namentlich durch ein Auseinanderziehen derselbeit hervorgebracht werden, ist kaum zu bezweißen.

Wenn man in ein Chartenblatt mehrere seine Löcher dicht neben einander mit einer Nadel sticht, so wird dem kurzsichtigen Auge ein entferntes, dem weitsichtigen ein nahes Licht vervielfältigt erscheinen, und wenn der Raum sammtlicher Lächer micht größer ist, als die Pupille, so vielemat, als Locker da sind. In der Weite des deutlichen Sehens sieht jedes Auguenur ein Bild, das normale aber die vervielfachten sowohl beitzit großer Nahe als bei zu großer Ferne. Dieses durch Schemen schon beobachtete, durch DE LA, MOTTE ! und Musschungacek 6.umständlich erlänterte Phänomen erklärt sich fast von selbst. der Weite des deutlichen Sehens nämlich fallen die Lichtstrahlen sammtlich auf die Retina, und werden hier zu einem einzigen Bilde vereinigt, aus zu großer Ferne aber vereinigen sie sich vor derselben, in zu großer Nähe hinter derselben, in bein den Fällen aber erzeugen die einzelnen, nicht vereinigten Lichtstrahlen, welche die Retina treffen, einzelne Bilder, weswegen man sie auch alle durch Anstrengung des Auges vereinigen kann.

Ein interessanter optischer Betrug, welcher außerdem mit dem Verkehrtsehen der Gegenstände im Zusammenhange steht,

¹ Adversaria. Anim. 73.

² Collect. Soc. med. Hafniensis. cet. 1774.

⁸ Beobacht. u. Versuche über d. Sinne,

⁴ a. a. O. S. 136.

⁵ Versuche u. Abhandl. der Gesellsch. in Danzig. II. 290.

⁶ Introd. II. §. 1905.

wird schon von Farri annd Le Car aerzählt, und von his Fig. richtig etklärt. Wenn das Ange gegen einen hellen Gegent z. B. gegen eine Wand oder den Himmel gerichtet ist, mit hält dicht vor dasselbe ein Chartenblatt CB mit einen him Loche und hinter demselben eine kleine Stecknadel de, so zeugt diese ein verkehrtes Bild, welches vergrüßsert in Die scheint. Die Urseche liegt darin, daß die Nadel, wege großer Nähe am Auge gar nicht gesehen wird, dennoch sied Lichtstrahlen auffängt, und einen Schatten auf der Reine zeugt, ohne mit den in GH gesehenen Gegenständen in hältnis zu stehen, und dadurch das Urtheil über ihre Legen lich zu machen, sie muß daher auch der Figur nach verstehen. Helt men sie vor das Chartenblatt, so steht sie gesehenen, Objecte verglichen wird 3.

Hält man einen undurchsichtigen, scharf begrenzten per in drei bis vier Z. Abstand vom Auge, und führt ihm anderen in geringerer Entfernung vom Auge entgegen, so se der Rand des ersteren aich auszubreiten, welches nicht de h ist, wenn beide sich in der nämlichen lothrechten Ebene bei MELVILLE 4 erklärt dieses aus dem Halbschatten, weld die Ränder naher Körper, wegen der Weite des Augensten auf die Netzhaut werfen, oder daraus, dass gewisse Theile Hellen dem ganzen Augensterne, nebenliegende aber nur Theile desselben verdeckt werden. Der Halbschatten des fernten Körpers ist schmäler und dunkler. Sobald dans Halbschatten zusammentreffen, so werden dem Augenstene len des Hellen ganz verdeckt, die man vorher wenigstens dunkel sah, und es scheinen sich beide Körper auszuhiss jedoch ist dieses bei dem entfernteren wegen seines schwärze Halbschattens ungleich merklicher.

Dieser Erklärung, welche aus der angegebenen Stelkirem wesentlichen Inhalte nach hier mitgetheilt ist, ließe entgegensetzen, dass die, den Halbschatten bildenden Stelkingen Ste

¹ Synopsis optica. Lugd. 1667. 4. p. 26.

² Traité des Sens. p. 298.

⁸ Eine Abänderung und Erklärung dieses Versuches findet auf Edinb. Journ. of Sc. VII. 89.

^{4&#}x27; Edinb. Essay's. II. 55. Vrgl. PRIESTLEY Gesch. d. Opt. 515

durch das zweite genäherte Object an der Grenze des vollkom monen Schattens nicht aufgesangen werden, indem sonst im Gegentheile das erste entferntere schmäler werden mülste. Es sev zu diesem Ende ab die Pupille, cd das entferntere Object, gh Fig. des nähere, ea und fb die äußersten Grenzen des auf das Auge fallenden Lichtes, so wird das vollkommen helle, von f aus an c herstreifende Licht durch gh nicht aufgehalten, und hierdurch die Bezeichnung der Grenze c nicht verändert. Weil aber die von e ausgehenden Lichtstrahlen abgeschnitten werden, so wird das untere Ende eines Objectes ef unsichtbar,' und hierdurch die Täuschung herbeigeführt, als rücke cd weiter in den von ef ausgehenden Lichtkegel. Hiermit übereinstimmend ist eine andere, auf gleiche Weise erklärbare, die Umkehrung des Dildes im Auge gleichfalls beweisende Erscheinung. Wenn man nämlich einen undurchsichtigen Gegenstand nahe vor ein Auge halt und ins Helle sieht, dann das obere Augenlied wie beim Schliesen des Auges herabzieht, so wird der Gegenstand sich nach oben zu verlängern scheinen, indem durch das Herabdrücken des Augenliedes a ein Theil des von B ausgehenden Lichtke-228. gels abgeschnitten, und dadurch das Object c scheinbar verlängert wird.

Verschiedene anderweitige Augentäuschungen, welche namentlich mehrere karirte Zeuge, Tapeten u. dergl. hervorbringen, sind aus bekannten Regeln leicht erklarbar. Wenn ferner das Licht nach ein - oder mehrfacher Reflection und Brechung ins Auge fällt, so erscheint das Object an einer ganz andera Stelle, als wo es sich wirklich befindet, z. B. bei einem Planspiegel hinter demselben. Viele Beispiele dieser Art liefert die Strahlenbrechung, die astronomische und terrestrische, die Luftspiegelung der Operngucker, das Polemoskop u. s. w. 1.

Weil alle Menschen von frühester Jugend an und dessen sich unbewußt durch Betastung und eine Menge anderweitiger Hülfsmittel allmälig die Fertigkeit erlangen, durch den Sinn des Gesichtes über Größe, Form und Entfernung der Gegenstände zu urtheilen, so verschmelzen Urtheile und Empfindungen allmälig so sehr, daß beide für eins gehalten werden, und nicht bloß die Gesichtsbetrüge herbeiführen, sondern auch den Glauben veranlassen, diese Fertigkeit des Urtheils sey angeboren

¹ S. diese Artikel.

und nicht erlernt. Um so wichtiger und interessanter inl Beispiele, aus denen evident hervorgeht, dass sie blosse Uebung allmälig erhalten werde, wie dieses aus dem Bende der Blindgebornen nach der Operation der Fall ist.

Das merkwürdigste und bekannteste Beispiel dieser is das von Cheselden erzählte 1. Dieser operirte das Auge Knaben von 13 Jahren, welcher zwar bei starkem Lich Farben der Körper, aber nie ihre Gestalten unterschieden Nach der Operation konnte er indels die Farben nicht mes terscheiden, und hielt sie nicht mehr für diejenigen, wei vorher unter diesem Namen gekannt hatte. Die lebhafteste ben gesielen ihm am besten, Scharlach schien ihm am s sten, Schwarz dagegen missfiel ihm sehr, und es bedunte Zeit, bis er sich daran gewöhnte. Von Entfernungen wie so wenig, dass er vielmehr glaubte, alles was er sähe, bei seine Augen, so wie das, was er fühlte, die Haut. regelmäßige Formen waren ihm zwar am angenehmsten, er unterschied keine Gestalten ohne Mühe und ohne wiede aufmerksame Betrachtung. Von den vielen Namen und Sal welche er in einem Tage kennen lernte, vergals er die Va dungen der Bilder mit den Namen, und es dauerte z. B. bis er durch blosses Sehen Hund und Katze unterscheiden Er wunderte sich sehr, dass die Sachen, welche seinem Ge am angenehmsten gewesen waren, nicht auch seinem Gest am besten gefielen; z. B. hatte er erwartet, dals die wall geliebten Personen am schönsten aussehen, und die vorge pen Speisen sein Gesicht am meisten reizen sollten. schienen ihm anfangs bunte Flächen, als er aber nach zwei naten entdeckte, dass sie Körper mit erhabenen und ven Theilen vorstellten, war er erstaunt, dass sie sich eben

¹ Phil. Trans. 1728. T. XXXV. p. 402: p. 447. SMITH OPL PLENNE'S Belisar S. 135. Die bei dieser Gelegenheit von Christisch machten Beobachtungen haben eine große Gelebrität erlangt, wie sowohl von den Physiologen, als auch von den Psychologen in benutzt. Am genauesten mit ihnen übereinstimmend und in gest Hinsicht noch beweisender wegen des höheren Grades der Bindbei der Patientin sind ähnliche von Wannaop neuerdings bei der Patientin sind ähnliche von Wannaop neuerdings bei der Pupille sehend wurde. S. Phil. Trans. 1827. II. 529. Im Ausgest Edinb. Journ. of Science. XI. 20.

ten, und fragte, welcher von seinen Sianen ihn betröge. Anfangs hielt er alle Sachen für sehr große, als er aber größere sah;
schienen ihm die vorigen sehr klein, und er glaubte nicht, daße
es größere oder kleinere gäbe. So wulste er, daß das Zimmer
ein Theil des Hauses sey, begriff aber nicht, daß das Haus
größer aussehen könne, als das Zimmer. Vor der Operation
versprach er sich nicht viel von den Eindrücken durch das Geäicht, nachher aber war seine Freude über die stets neuen Gegenstände unbegrenzt. Ein Jahr nach der Operation brachte
man ihn in die Dünen von Epsom, wo ihn die Aussicht ungemein ergötzte, die er eine ganz neue Art von Sehen nannte.

Bei andern von Cheselden Operirten waren die Erscheinungen die nämlichen, auch stimmen diejenigen ganz damit iberein, welche GRART 1 nach einer ähnlichen Operation beobachtete, und welche Hofbaurg 2 und Wanz 3 erzählen. Auch Home 4 berichtet zwei interessante Falle dieser Art. Ereter Fall. Ein Knabe von 12 Jahren hatte nach Angabe seiner Mutter den grauen Staar auf beiden Augen seit seiner Geburt Indess konnte er Licht und Finsterniss unterscheiden, auch das Sonnenlicht vom Kerzenlichte. Wenn er die Sonne genau fixirte, so schien sie ihm das Auge zu berühren, auch eine Kerze, wenn sie ihm näher als 12 Z. gebracht wurde. Am 21sten Juli wurde die Operation vorgenommen, die Kapsel der Krystalllinse war sehr hart, sie selbst flüssig. Nach der Operation verursachte das Licht eine schmerzhafte Empfindung. Nachdem die Augenlieder einige Minuten geschlossen waren, und dann geöffnet wurden, fand man die Pupille klar, aber der Knabe konnte das Licht nicht ertragen. Als Home ihn fragte, was er sähe? antwortete er: Ihren Kopf, der mein Auge zu bezühren scheint 6. Doch konnte er die Gestalt nicht beschreiben. Auch am folgenden Tage, als der Lichteindruck weniger schmerzte, schien Home's Kopf sein Auge zu berühren. Am 23stenkonnte

¹ Voigt Mag. IV. I. 8. 21.

² Beiträge. II. 2. 8. 249.

³ Phil. Trans. 1801. p. 882.

⁴ Phil. Trans. 1807. I. p. 83. Bibl. Brit. XXXVII. p. 85. Jahr 1808.

⁵ Die Antwort ist auffallend, indem nicht begriffen wird, wie er den Kopf kennen konnte, es sey dem durch einen Schluß von dem ihm bekannten Orte, welchen der ganze Körper einnahm.

er schwaches Licht ertragen, sagte aus, er sihe mehrere Pennen um sich, ohne daß er ihre Gestalt zu beschreiben vemochte.

Der zweite Fall ist weniger instructiv, indem das kalle Auge noch helle Farben, bis auf einen gewissen Grad, erkant und daher auch nach der Operation die Entfernungen, mit aber die Umrisse unterscheiden konnte 1.

Die Philosophen haben sich sehr bemühet, die And Weise psychologisch zu erklären, auf welche allmälig die Ueber und Fertigkeit, aus den Bindräcken auf das Auge über die !schaffenheit der Körper zu urtheilen, erlangt wird. Insbew dere ist dieses durch BERKELEY 2 ausstihrlich geschehen, det Mast sich das Ganze leicht darauf zurückführen, dass ein eine liches Erlernen durch Unterstützung der andern Sinne, har sächlich des Gefühls, statt findet, wobei die erhaltenen Bila nicht genauer und natürlicher mit den Sachen selbst übereinsstimmen brauchen, als z. B. Worte und Namen mit den bezeit neten Sachen, und sie können dennoch zur Begründung desttheils hinreichen. Hiermit stimmt die Art und Weise übera wie Blinde den Sinn des Gesichtes zu ersetzen pflegen 3. Saf-DERSON, seiner im zweiten Lebensjahre entstandenen Blisde ungeachtet Professor der Mathematik zu Cambridge, erlernte 🛎 solche Fertigkeit mit selbstgewählten Figuren durchs Gefühl 2 rechnen, dass er dieses so schnell als ein Sehender zu thun vermochte 4

Hier verdient gelegentlich die von Molyneux aufgeweise, und übereinstimmend mit Locke beantwortete Frage, de ein Blinder nach dem Sehendwerden eine Kugel von eine Würfel unterscheiden würde, kurz erörtert zu werden. Beite verneinen sie, weil die Empfindungen durch Betastung mit der

¹ Noch mehrere Fälle findet man erzählt in Notice sur le les loppement de la lumière et des sensations dans les aveugles, mi lu suite de l'opération de la cataracte faite par le Dr. Formasez lu 1820, 8.

² Essay on Vision.

³ Thumaic Versuch einer gründlichen Erläuterung der mentville Begebenheiten in der Natur. Halle 1723. 8. St. 1. Art. 7.

⁴ H. W. Севим's mathem. Lehrbuch. Ste Aufl. Stattg. 1777. 1 144. 6. 367.

Essay concerning human Unterstanding. IL chap. 9. f. &

Etindrücken auf das Gesicht in keiner natürlichen und nothwendigen Verbindung stehen ¹. Junus ² meint dagegen, es werde bei genauer Betrachtung der Unterschied auffallen, dass die Knzgel, von allen Seiten betrachtet, gleich sey, der Würfel aber micht, und so würden sich aus den ähnlichen Merkmalen durch das Gesicht die Unterscheide beider finden lassen, wenn man erlaube, um die Körper herumzugehen. Eben so urtheilen Saundrason und Paiestlen, letzteren mit dem Zusatze, dass zwar ein Würfel von einer Kugel, aber ersterer nicht vom Quadrat und letztere nicht vom Kreise würden unterschieden werden. Beim wirklichen Versuche dürste indess Locke's Meinung sich bewähren, weil überhaupt zwischen dem Bilde im Auge und der Form der Körper gar kein nothwendiger innerer, sondern blos ein erlernter Zusammenhang statt findet.

Aus der genauen Erwägung der Art und Weise, auf welche das Sehen, insofern es ein Urtheil über Farbe, Gestalt, Größe und Entfernung der Gegenstände einschließt, im eigentlichsten Sinne erlernt wird, beantwortet sich leicht die so oft besprochene, von vielen mit Unrecht schwierig gefundene Frage, warum wir die Gegenstände aufrecht sehen, da doch ihr Bild im Auge verkehrt sey. Selbst Adams 3 meint noch, bei einem so dunkeln Gegenstande, dessen genaue Kenntniss vielleicht alle menschliche Einsicht übersteige, müsse jede Erklärung mangelhaft seyn. Wollte man hierbei überhaupt erforschen, in welchem natürlichen und nothwendigen Zusammenhange die Sinneseindrücke mit den durch sie erhaltenen Vorstellungen stehen, so ist dieses allerdings eine bis jetzt unauflösliche Aufgabe, allein das specielle Problem, wie ein sogenanntes verkehrtes Bild im Auge die äußern Gegenstände gerade sehen lasse, hat gar keine Schwierigkeit, und beruhet größtentheils auf der falschen Voraussetzung, als ob im Auge Bilder einzelner von den übrigen abgesonderter Gegenstände wie durch eine vor dasselbe gehaltene Linse entständen, da doch vielmehr alle Gegenstände in ihrem natürlichen Zusammenhange und ihrer gegenseitigen wirklichen Ordnung im Bilde vorhanden sind. An welcher

¹ Vergl. Menian in J. d. Ph. L. 161. III. 81.

² Smith Opt. 395.

⁸ Anweisung u. s. w. 8. 66.

Stelle der Retina übrigens die zum Bilde vereinigten Lid len auffallen, kommt bei dem gänzlichen Mangel eine wendigen Zusammenhanges zwischen dem Eindracke Auge und dem Urtheile aus demselben gar nicht in Bezel insofern das Letztere blofs durch Uebung erlernt ist. Auf Weise verbinden die Menschen beim Reden verschieder! chen mit durchaus ungleichen Worten die nämlichen Be es existirt kein anderer als ein durch Uebung erlernter L menhang zwischen den musikalischen Zeichen und den N welche der Spieler beim Anblick derselben hervorbringt, mit das Thier handelt nach erlernten Zeichen und Worten, de Kenntnis ihrer eigentlichen Bedeutung. Uebrig ens ergeba Menge Erscheinungen, namentlich beim Doppeltsehen wal rere oben erläuterte Gesichtsbetrüge, dass wir dasjenige rechten Seite hinsetzen, was im Auge links liegt, und kehrt; dass also die Bilder im Auge wirklich und ohne hiernach sich auszudrücken, verkehrt sind.

Schon Kerlen 1 hat diese Wahrheit erkannt, und zu tern versucht, indem er sagt: wenn die Seele den auf der teren Theil der Retina fallenden Lichtstrahl empfinde, # trachte sie ihn so, als wenn er von oben herabkomme, und daher für den oberen Theil, was sich unten abbilde. sius 2 vergleicht diese Operation sinnreich mit der eines B den. welcher zwei einander durchkreuzende Stäbe halte. damit das obere und untere Ende einer aufrecht stehender berühre, indem er sich somit gewöhnen würde, dasjenige oben zu halten, was er mit dem Stabe der unteren Hand rührte, und umgekehrt. KAESTNER 3 hat gleichfalls weiter hierüber gehandelt, und darauf aufmerksam gemacht. das sich nicht vorstellen müsse, die Seele betrachte des kehrte Bild, sondern dass letzteres die Empfindung unmittel gebe. Insbesondere hat auch LIGHTERBERG 4 die Sache von ser Seite aufgefalst, indem er es in Zweifel stellt, ob de! wichtig dargestellte Frage überhaupt einen vernünstigen habe. In der That denkt man dabei nicht genau daran, was

¹ Paralip. p. 196.

² Dioptr. cap. VI. §. 10.

³ Hamb. Mag. VIII. St. 4. Art. 8. IX. St. 1. Art. 4.

⁴ Erxleben's Naturl. 6to Aufl. S. 328.

ntlich aufrecht und was verkehrt zu nennen sey. Wenn man a Gemälde umkehrt, so stehen die darauf abgebildeten Gegeninde nur in Beziehung auf Dinge außer demselben verkehrt, f dem Gemälde sind sie immer noch aufrecht, d. h. sie kehren e Füße gegen den Boden, das Haupt gegen die Decke oder n Himmel. Eben so ist es mit dem Auge. Nur in Beziehung if das, sich und sein Verhältnis zum Menschen nicht empfinende Auge und dessen Stellung gegen seine Umgebungen kann an das erzeugte Bild verkehrt nennen, und nur ein zweites uge, welches das Bild und den Gegenstand zugleich betracht, wird die verkehrte Lage des ersteren wahrnehmen. Dieses ndet aber beim Sehen nicht statt, indem dabei bloss mit sich elbst übereinkommende Bilder vorhanden sind, welche alle rieder auf das Bild der Erde oder des Bodens bezogen werden, nd in dieser Hinsicht aufrecht stehen, d. h. die Fülse gegen den oden, und was diesem entgegen ist, aufwärts gerichtet. In iesem Sinne haben auch neuerdings sämmtliche Physiker und hysiologen mit sehr wenigen Ausnahmen die Sache aufgefalst. reffend bemerkt daher Rudolphi 1, dass wir im Mikroskop as Bild verkehrt, aber in Uebereinstimmung mit sich und dem bjectenträger sehen, und daher durch die Umkehrung nicht estört werden. Die Gewohnheit übrigens, durch welche wir us dem Bilde auf das Object zu schließen erlernen, muß hieriei stets berücksichtigt werden, denn Leinenfrost 2 versichert, inen blindgebornen Jüngling gekannt zu haben, welcher durch ine Augenentzündung das Gesicht erhielt, und wirklich alles verkehrt sah, bis er das Gegentheil durch Gewohnheit erernte.

Hiermit nahe zusammenhängend ist die Frage, warum wir mit beiden Augen die Gegenstände nur einfach und nicht doppelt sehen, da doch in jedes Auge ein eigenes Bild fällt. Um hierauf genügend zu antworten, muß zuvörderst untersucht werden, ob und auf welche Weise beide Augen zugleich sehen. Im Allgemeinen muß angenommen werden, daß der Mensch bei gesunder Beschaffenheit seiner Augen mit beiden zugleich sieht, indem der Winkel, welchen beide Augenaxen im Objecte mit

^{1 .} Physiol. II. 227.

² Vom mensch. Geiste. S. 65.

⁸ VIRTH bei G. LEX. 284.

einander bilden, das vorzüglichste Mittel zur Bestimmung & Entfernung bei näheren Gegenständen ist, und die tägliche & fahrung diese Richtung der Augenaxen genugsam beurkmit Ausserdem ist oben schon bemerkt worden, dass in Gemäßei der erlangten Fertigkeit des Sehens jeder Gegenstand dahin s setzt wird, wo die Axe des ins Auge fallenden Lichtkegels, w letzteren aus verlängert, hintrifft. Fällt diese also, wie ber gesunden Auge und einem genau beobachteten Gegenstande alzeit der Fall ist 1, mit der Axe des Auges zusammen, so folgt hie aus von selbst, dass die beiden Augenaxen verlängert im genagsehenen Puncte sich schneiden. Diejenige Ebene, welchede diesen Punct so gesället wird, dass die den Winkel beider w längerten Augenaxen halbirende Linie auf ihr normal ist, bei Horopter (Horopter), und man nimmt an, dass alle in des Ebene liegende Puncte einfach erscheinen müssen, weil die der derselben auf übereinstimmende Puncte der Netzhaut falle! Diesen, an sich unbestimmten Ausdruck und den Gegentel Fig. überhaupt hat Vieth 3 vollständig erläutert. Stellen Ap; 229 die verlängerten Augenaxen, ST den Horopter vor, so wert freilich alle von dieser Ebene ausgehende Lichtstrahlen z.B.S. Sm nach der nämlichen Seite der Augenaxen fallen, folglich diesem Sinne eine übereinstimmende Lage haben, nicht it hinsichtlich der Weite des Abstandes von A und B. dieses Letztere unter dem Ausdrucke der übereinstimmede Lage verstanden, so mülsten die Objecte in einem Kreise dard O, U und p liegen, weil alle in diesem liegende Winkel in nämliche Sehne OU umspannen, und folglich gleich sind. Rücksichtlich der ersteren Bedeutung kann man also sagen, das alle Puncte, welche innerhalb des parallaktischen Winkels und seines Scheitelwinkels v fallen, ihre Bilder an entgegenge setzten Seiten von A und B haben, alle aber, welche wir halb dieser Winkel fallen, an gleichen Seiten.

Hieraus ergiebt sich hinsichtlich des Doppelt - und Einfel-Sehens leicht folgende Regel: Was im Scheitel des parallelischen Winkels liegt, wird bestimmt einfach gesehen, wei in nerhalb desselben und seines Scheitelwinkels liegt, bestimmt

¹ VIETE bei G. LIX. 254.

² Smits, Opt. 43.

⁸ a. a. O. S. 238. ff.

ppelt, was außerhalb beider liegt undeutlich, aber einfach, on der Wahrheit des ersteren Satzes sich zu überzeugen, ist icht. Hält man nämlich zwei Stangen, z. B. zwei Bleisnifte ein und zwei Fuls Entfernung lothrecht, und fixirt abwechand den einen und den andern mit beiden Augen, so erscheint or nicht fixirte doppelt. Besieht man etwas des Abenda nahe etwas if einen fernen Gegenstand, und erheht schnell einen Finger geringer Weite vom Auge, so erscheint er doppelt. Am suf-Mendsten ist diese Erscheinung, wenn man ein auf beiden Seim verschiedenfarbiges Lineal, die Scharfe nach der Nase gerich tr, in einem Abstande von wenigen Zollen zwischen beide Auen half, dann einen entlernten Gegenstand hair, und hiernach ie rechts liegende Fläche des Lineals links, und umgeschrt die mke rechts in melsbarem Abstande von einander erblickt. Aus em Anblicke der Figur ergiebt sich ferner, dals ein innerhalb es parallektischen Winkels liegender Punct x im linken Auga The Bild links von A und im rechten rechts von B erzeugt, und r erscheipt daher dem linken Auge rechts, dem rechten Auge inks. Verschlielst man daher beim Doppeltsehen dieses Prince es das rechte Auge, so verschwindet das binks gesehene Bild, se das rechte Auge, so verschwindet das binks gesehene Bild, rerschlielst man aber das linke Auge, so verschwindet das rechte les neut gegen der das linke Auge, so verschwindet das rechte beobarntete, Ein Punct y aber, welcher innerhalb des Scheielvinkels liegt, macht im linken Auge ein Bild rechts von A. im rechten aber links von B, und somit erscheint er dem linken Auge links, dem rechten dagegen rechts, weswegen das Ver-schwinden der Bilder dem vorigen entgegengesetzt ist.

Schwerer ist es dagegen, die letztere Behauptung, dals alle anlerhalb des parallaktischen Winkels und seines Scheitelwinkels gelegene Puncte einfach erscheinen, durch Versuche zu beweisen, weil die erhaltenen Bilder überhaupt zu undeutlich sind. Man kann dieses indels bewerkstelligen, wenn man einen kleinen Gegenstand, z. B. eine Bleistiftsprize mit beiden Angen fixirt, und eine andere in ihrer Nähe gleichfalls zu sehen sich bemilhet. Im Allgemeinen liegt indels der Beweis achon darin, dals man zwar nur des im Scheitel des parallaktischen Winkels beider Augen liegende Object deutlich, alle andere in der Umgebung befindliche Gegenstände aber gleichfalls, jedoch einfach, und minder deutlich sieht, sie eben die auch kaum überall IV. Bd.

beachtet. Liegt indels ein fernes Object im Scheitel & rallaktischen Winkels, ein anderes hell erleuchtetes aber W

rälläktischen Winkels, ein anderes hell erlenchtetes aber bei den naher, so wird letzteres gleichtalls donnelt gesehen i ein Schmuzsleck auf der Fensterscheibe, wenn man einem Schornstein mit beiden Augen franke.

Hiernach wird es leicht, einen ohen absichtlich über nen Gesichtsbetrug eigener Art zu erklären, welchen se schon gekannt. Vierte aber vollständig erkläre hat. Hät schornstein der Augenarch beträgt, mit etwas heruntergedrückten se das Gewinde gegen die Stirrn gekehrt, vor das Gesicktrichtet beide Augen gegen die Stirrn gekehrt, vor das Gesicktrichtet beide Augen gegen beide Spitzen, so sieht man det richtet beide Augen gegen beide Spitzen, so sieht man der Schenkel m G und m H abgesondert, und zwischen den Seinen bis an den Durchschnittspunct der Augenaxen reichten bis an den Durchschnittspunct der Augenaxen reichten. Schenkel mQ. Sind aber die Augen auf einen naheren z. B. P. gerichtet, so verwandelt sich der lange Schenkel at Durchkreuzung der Cirkelspitzen, welche einen desto gerinkel bilden je weiter der Punct P von, Q nach den Juni.

Die Erklärung des Phänomens folgt aus der vorhen den Darstellung von selbst. Das Bild des linken Schenken rechten Auge nämlich bringt die Erscheinung des abgeton Schenkels m.G. hervor, welcher verschwindet, wenn rechte Auge schließit das Bild des rechten Schenkels in Auge dagegen erzeugt mH, die Bilder des rechten Sch dagegen im rechten Auge und des Unken Schenkels fallen auf übereinstimmende Stellen der Netzhäute, put gen die Erscheinung des langen Schenkels hervor. Sigegen die Augenaxen auf einen näheren Punct genchte. schneiden die Cirkelspitzen, so durchkreuzen sich diese, Fig. GMH dem linken, gmh dem rechten Auge angehort, 231. von selbst folgt, dals die angegebene Verlängerung en muls, wenn die Augenaxen in die Cirkelspitzen fallen.

Kopf des Cirkels wird wegen zu großer Nahe an der Sun-Fig. gesehen, sondern nur etwa das, was jenseits x.y, liegt. 230. Versuch gelingen, so müssen beide Çirkelspitzen gegen Fenster gerichtet seyn, weil sonst das eine undentliche

14.1

[&]quot;Like Gegenetieren i er gierenkelle. Optik. S. 845. Prientlet, Gegeb. d. Opt. S. 489.

G. LVIII. 245.

nd . Sehr instructiv ist in dieser Hinsicht das Phanon elches schon CARTESIUS 2 zur Erläuterung dieser Ansicht ihrt. Wegen des Abstandes der beiden außern Seiten zw inger von einander können wir nie den nämlichen Gegenst uit' diesen zugleich berühren, sondern die Entfernung dient ielmehr als ein Massstab zum Messen. Legen wir daher be ber einander, und bringen eine kleine Kugel mit den hierdu usammenliegenden außern Seiten in gemeinschaftliche Ben ung, so scheint diese uns doppelt. Mit Unrecht verwerfen er Pontenfieln und auch Rein 3 den Einfluss der Gewol Letzterer hält die Uebereinstimmung der Mittelpuncte b ler Augen hinsichtlich der erhaltenen Bilder, woranf das E achsehen beruhet, für angeboren, und bezieht sich dabei BERSELDES's Blindgebornen, welcher nach der Operation : ies zweiten Auges sogleich einfach sah. Kroen 4 einnert hi jegen richtig, dals jener Patient vorher mit einem Auge sel elernt hatte, und sein Urtheil auf die hierdurch erhaltenen E ler allein gründete. Man konnte noch hinzusetzen, dass d albe stets von starkem Lichte einen schwachen Eindruck ampfi len hatte, auch ist das Einfachsehen desselben gleich vom A ange an keineswegs erwiesen, weil er übenhaupt von den anltenen Bildern auf die Beschaffenheit der Objecte au schließ nicht vermochte, sondern dieses erst durch Uebung erlerr Außerdem aber läßt sich Leinenfrost's oben wähnte Beobachtung hiergegen anführen,

Viele konnten sich indels von den frühesten Zeiten an auf die neuesten herab das Einfachsehen mit zwei Augen dennt picht erklären, und verfielen daher auf manche künstliche Hylthesen. Die beiden hauptsächlichsten unter diesen sind durch Gassendt und Newton 6 aufgestellten. Ersterer lauptete, man gebrauche beim Sehen stets nur ein Auge u das zweite bleibe unthätig, letzterer aber leitete das Phänon

^{1 8.} die weitläuftige Abhandlung von Rommenu in J. d. Ph. XII.

² Dioptr. Cap. VI. f. 18.

S Inquiry into the human mind, p. 25%.

⁴ Pausstust Gesch, d. Optik.

⁵ Opera. II. 895.

⁶ Opt. qu. 25,

selnd das eine um das andere verschließt, um die Besie nach dem Grade der Helligkeit zu machen, womit jedes den Gegenstand wahrnimmt, weil hierbei schon zu viell mit beigemischt ist. LA HIRE 1 rath, vor jedes Auge einer feinen Nadel durchbohrte Charte zu halten, und die Kreise, welche man auf einer weilsen, einige Fuls ente Wand dadurch sieht, zur Berührung zu bringen, um med Helligkeit die Stärke des Auges zu bestimmen. Am wee Isigsten halt man nach Junin's 2 Vorschlage ein breite oder ein Buch an die Seite des einen und dann des andes ges, und sieht gegen ein weißes Blatt Papier so, daß = eine Halfte nur mit einem, die andere mit beiden Auges und wechselt hiermit ab, so wird man aus dem Unterschie - Helligkeit des mit einem und mit beiden Augen gesehene les in beiden Fällen die Deutlichkeit des Sehens eines jede zelnen Auges beurtheilen konnen.

Die Ursachen, warum wir mit beiden Augen nur sehen, obgleich in jedem unleugbar ein eigenes Bild wird, sind in dem bisher Gesagten schon enthalten. Wes nämlich einmal zugeben, dass vermittelst einer individ Thatigkeit der Nerven durch das auf der Retina entworket das Sehen hervorgebracht wird, und wir den Gegenstad dahin setzen, wohin eine auf die Netzhaut in der Mitte del des senkrechte Linie verlängert trifft, wie schon Pontant als eigenthümliche Natureinrichtung ansah, so werden wil beiden Augen das einem jeden zugehörende Bild, beiden Stücken identisch, an ein und denselben Ort setzen, nen daher nur ein Object sehen, weil in dem Begriffe we in allen Stucken, auch hinsichtlich ihres Ortes, identische jecten ein Widerspruch liegt. Außerdem aber ist unser ist über die gesehenen Gegenstände ein durch Uebung de und die hiernach erworbene Fertigkeit schließt auch die Er heit des Objectes, der doppelten Bilder ungeachtet, Hierfür spricht außerdem die Analogie, indem wir mit zu? ren nur einfach hören, und mit zwei Händen, mit 2005 mehr Fingern das nämliche Object berührend, nur einfa len, obgleich die Eindrücke auf die Nerven des Gefihle

¹ Accidens de la vue. p. 400.

² Smith. Opt. 479.

aind . Sehr instructiv ist in dieser Hinsicht das Phanomen. welches schon CARTESIUS 2 zur Erläuterung dieser Ansicht anührt. Wegen des Abstandes der beiden äußern Seiten zweier Finger von einander konnen wir nie den nämlichen Gegenstand mit' diesen zugleich berühren, sondern die Entfernung dient uns vielmehr als ein Massstab zum Messen. Legen wir daher beide über einander, und bringen eine kleine Kugel mit den hierdurch susammenliegenden äußern Seiten in gemeinschaftliche Berührung, so scheint diese uns doppelt. Mit Unrecht verwerfen daher Pontenfieln und auch Rein 3 den Einfluss der Gewohn-Letztezer hält die Vebereinstimmung der Mittelpuncte beider Augen hinsichtlich der erhaltenen Bilder, worauf des Einfachsehen beruhet, für angeboren, und bezieht sich debei auf CHESELDES's Blindgebornen, welcher nach der Operation seines zweiten Auges sogleich einfach sah. Kutoru derinnert hiergegen richtig, dass jener Patient vorher mit einem Auge sehen gelernt hatte, und sein Urtheil auf die hierdurch erhaltenen Bilder allein gründete. Man konnte noch hinzusetzen, dass derselbe stets von starkem Lichte einen schwachen Eindruck empfunden hatte, auch ist das Einfachsehen desselben gleich vom Anfange an keineswegs erwiesen, weil er übenhaupt won den erhaltenen Bildern auf die Beschaffenheit der Objecte zu schließen nicht vermochte, sondern dieses erst durch Uebung erlernen mulste. Aulserdem aber läßt sich Leinenphosn's oben erwähnte Beobachtung hiergegen anführen,

Viele konnten sich indess von den frühesten Zeiten an bis auf die peuesten herab das Einfachsehen mit zwei Augen dennoch nicht erklären, und versielen daher auf manche künstliche Hypothesen. Die beiden hauptsächlichsten unter diesen sind die durch Gassend und Newton aufgestellten. Ersterer behauptete, man gebrauche beim Sehen stets nur ein Auge und das zweite bleibe unthätig, letzterer aber leitete das Phänomen

^{1 8.} die weitläuftige Abhandlung von Honusau in J. d. Ph. XII. 329.

² Dioptr. Cap. VI. 5. 18.

S Inquiry into the human mind, p. 25%.

⁴ PRIESTREY Gesch, d. Optik.

⁵ Opera. II. 895.

⁶ Opt. qa. 25,

daher durch ein langes, ihwendig geschwärztes Rohr gegen & nen gefärbten Gegenstand, so wird die Farbe desselben alleite blässer, und selbat wenn man anhaltend gegen eine schwie Fläche sieht, nimmt das Dunkel allmalig ab, und scheint hehmend weilser zu werden. Am meisten ist für mein Auge ses der Fall bei Blau, weniger bei Grun und noch wenige bi ganz, wenn das Auge nicht vellig vom Rohre umschlosen i und seitwarts einfallendes Licht erhält, , 2, Sieht man mit eine Auge durch ein gefarbtes Glas so, dals man dasselbe nahe des halt, so ist der Eindruck der Farbe anlangs sehr lebhaft, school det aber allmälig, und man sieht den Gegenstand nach dem Ve-Malthisse der tieferen Farbung des Glases weniger hell, aber gefärbt, und so', dals man zuletzt die Farbe des Glases seit nicht mehr erkennt. Blos die Flamme des Kerzenlichtes wie Bonne machen hierbei eine Ausnahme. Hierin liegt & Grund, warum man sich feicht an grune Brillen so gewohnt, 4 sie keine Empfindung einer Farbung weiter hervorbringe 3. Wenn man auf gleiche Weise durch zwei ungleich gefine Glaser, jedes vor ein Auge gehalten, die Gegenstände betreits so schwinder die Empfindung beider Farben nach kurzer 24 und die Helligkeit des gesehenen Objectes liegt im Mittel wie schen dem helleren und dunkelern Glase, wenn die Durchside tigkeit beider nicht allzu ungleich ist. Beim künstlichen Schielen tritt indels ein Unterschied der Farben wieder hervor, beide Bilder sind matter, aber auf allen Fall verschieden gesicht,

HALDAT Wurde zuställig veranlast, ähnliche Versuche sesustellen als die oben mitgetheilten des pu Toun, glandte sich
aber dadurch zu einem ganz entgegengesetzten Resultate bereitigt, als was dieser gesunden haben wollte. Inzwischen hat wohl die durch Gassenpt aufgestellte Hypothese, dass der Mensch jederzeit nur mit einem Auge siaht, als auch die Berton'sche von einer Vereinigung und Durchkreuzung der optische Nerven beider Augen auf Erklärung des Einfachsehens bei ar bestreitbarer Erzeugung von zwei Bildern selbst bis in die seten Zeiten viele Anhänger gefunden, welche zum Theilbeite Meinungen vereinigt, und ihre Ansichten durch Versuche zu unterstützen gesucht haben. Im Allgemeinen nenne ich per

¹ Journ, de Phys. L.Kill. 887.

Tonwich , Janin , welcher durch Brillen mit grünen und gelen, blauen und rothen Gläsern Grün und Violett zu sehen glaubte, NALTHER 3, welcher diese Versuche mit gleichem Erfolge wien erholte, v. Arvin . Weber , Ackermans . Elliot Wells &, OHARLES BELL 9 u. a., um noch die neueste, durch NOLLASTON aufgestellte, und in sehr viele Zeitschriften ancheinend mit großem Beifalle der Physiologen angenommene Typothese kurz zu erwähnen. Nach Wollaston findet pemich eine Halbdurchkreuzung (semidecussation) der optiphen Nerven statt, indem die Nerven, welche bei beiden Auten die rechte Seite hilden, in einen gemeinschaftlichen Ast verninigt worden zollen und die von der linken Seite in einen ans denn 10. Es ist wohl als unwidersprechlich anzuschen, dals diese Hypothese durch anatomische Griinde nicht widerlegt werden tenn, da die Frage, ob in der Kreusungestelle (Chicama mere) pps:) eine wirkliche Durchkreuzung statt finde oder nicht, allen bisherigen Forschungen ungeachtet noch unentschieden ist. Eben so gewils ist es zugleich, dals nach dieser Voraussetzung diejenigen Beispiele des Halbsehens, wabei von den betrachteten Gegenständen in lothrechter Richtung entweder die rechte oder die linke Seite nicht gesehen wird; leicht erklärbar seyn wurde. such dürfte manchen das Räthsel, wie bei unleugberer Erzen-

¹ Sammlung der deutschen Abhandl, d. Berl. Acad. 1796 8. 46,

^{. 2} Mem. et observations sur l'Oeil. Lyon et Par. 1772. 8. p. 89. Deutsch: Abh. über d. Auge u. seine Krankheiten. Berl. 1776. S. 38,

⁵ Von d. Einsaugung u. Durchkreuzung d. Sehnerven, Berl. 1794. S. Deutsche Abh. der Acad, sa Revlin. 1795. p. 5.

^{4 6. 111. 256,}

⁶ Reil's Archiv. VI. 296.

⁶ Hengort: Sieht d. Mengch mit einem Ange allein, oder mit beiden angleich? Ein Beitrag zu Galle Schädellehre. Kopenh. 1814. S.

⁷ J. Elliot Anfangsgrunde derjenigen Theile d. Naturlehre, welche mit d. Arzneiwissensch, in Verhindung stehen. A. d. B. von Herztram. Leips. 1784. S.

^{1 8} W. G. WELLS seesy upon single Vision with two eyes, Lond, 1791. 8.

⁹ Edina, Journ. of Science N. III, p. 1. N. K. p. 362, Vergl. . Troviranus Bigl. VI. 578,

¹⁰ Vergl. Art. Augs. Th. I. 8, 542, Phil. Trans. 1824, I, 222, Ehiah. Phil. Journ. XXII. 420. Ann. of Phil. 1824. Apr. p. 506 n. v. a.

gung von zwei Bildern deungch nur die Vorstellung von einzigen Objecte entsteht, bedeutend leichter Josbar sch indem hiernach die auf die rechte Seite beider, Augen falle Theile beider Bilder, in einem gemeinscaltlichen Nervenstrerungt, nur eine einzige Empfindung erzeugten, und eben die auf die linke Seite beider Augen in einen andern. aber streitet hiergegen zuerst KEPLER's schon oben erwi Argument, dass es hiernach gar kein Doppeltsehen geben ko welches doch bei allen gesunden Augen beim kunstlichsten Sch Ien augenblicklich eintritt. Zweitens scheint mit hierdorch neue Schwierigkeit etzetigt zu Werden, nämlich auf wild Weise hiernach die Vereinfellig beider Halfren des erzeuf Bildes zu einem gemeinschaftlichen Ganzen erkläfbur sey. Bil Bich drittens ware indels diejenige Hemiopie, Bei welcher Mi die über oder unter einer hofizontalen Ebene liegenden The der, Objects gesehen werden, and wovon unbestreitber glad falls Fälle beobachtet sind, night wohl erklärbar. In Beziehret auf die eigentliche, hier zu untersuchende Aufgabe also, mie lich wie es erklärbar sey, dass beim unleugharen Vorhandensen yon zwei Bildern in beiden Angen dennach nur ein einziges Objegt gesehen werde, geht aus dem bisher Gesagten so viel hevor, dass die altere Meinung, wonach dieses eine Folge de durch die Erfahrung und Uebung fixirten Urtheils ist, nicht ble als die vorzüglichste, sondern auch als völlig genügend angesehen werden muls. Zur Erläuterung dient aber vorzüglich der Versuch, wenn man bei verschlossenen Augen mit den Fugerspitzen der einen Hand eine Kugel halt, und dieselbe zugleich mit den Fingerspitzen der andern berührt, in welchem Falle ma wegen der Identität des Ortes pur eine Kugel zu halten sichbe wulst ist, obgleich man sie mit beiden Händen abgesonder wirnimmt.

Olingeachtet indess die oben aufgestellte Behauptung, der Mensch im normalen und gestinden Zustande seiner Aust mit beiden zugleich sielit, und dennoch aus den angestimm Gründen nur die Empfindung eines einzigen Objectes haben im Allgemeinen vollkommen begründet ist, so dass es doch auch ungemein viele Beispiele, dass Menschen nur mit einem Austehren, und sieher mehrere, als man vermuthet, weil diess of der Fall ist, ohne dass diejenigen, bei welchen es sieht inder selbst dieses glauben oder wissen, inden sie der allgemeine

Annahme und ihrer eigenen früheren Erfahrung gemäls mit beiden Augen zu sehen glauben 1. Viele genauere Untersuchungen hahen nämlich ergeben, dass in nicht seltenen Fällen, hauptsächlich unter den höheren Ständen und bei denen, welche ihre Augen sehr anstrengen, beide ungleich sowohl hinsichtlich der physischen Stärke des Organs, als auch der Entfernung des deutlichen Sehens sind, und indem wiederum meistens das rechte das stärkere ist, so haben viele die Meinung gehegt, man sehe allezeit nur mit diesem allein 2. Sehr natürlich also, dass so viele Schriftsteller, indem sie vorzüglich die Probe mit ihren eigenen Augen machten, das Sehen bloss mit einem als allgemeine Regel ausstellten. Es ware überflüssig, eine so oft vorkommende Erscheinung durch Aufstellung einzelner Beispiele zu beweisen, indem ein jeder leicht die Ueberzeugung durch Versuche in seiner Umgebung erhalten kann. Selbst auch GEH-LER 3 erwähnt, dals sein linkes Auge außerst kurzsichtig sey, das rechte aber in ziemlicher Entfernung deutlich sehe. Er hatte sich daher gewöhnt, bloss mit dem rechten Auge zu sehen, und fühlte, wenn er dieses schloss, um mit dem kurzsichtigen allein etwas in der Nähe zu betrachten, eine schmerzhafte Anstrengung, wobei ihm der Gegenstand weiter wegzurücken, und etwas größer zu werden schien, bis das Bild deutlich wurde. Verdrückte er die Augenaxe, so stellte sich ihm das mit dem kurzsichtigen undeutlicher gesehene Bild merklich entfernter und großer dar. Ein Freund desselben dagegen, ein aufgeklärter Arzt, behauptete bei gleicher Abnormität der Augen die Gegenstände mit dem kurzsichtigen um Listel kleiner zusehen, welches den optischen Gesetzen weniger angemessen ist, als Genler's Angabe. J. Russel 4 erzählt ein Beispiel von einem Manne, welcher in Folge von Magenaffectionen mit dem einen Auge kurzsichtiger und mit dem andern weitsichtiger wurde, als er vorher gewesen war, und so auch WARE 5 von einer Frau, deren linkes Auge sehr weitsichtig wurde, das rechte aber unverändert blieb. Mehrere Beispiele dieser Art, wo sogar für beide Augen verschiedene Gläser gebraucht wurden, sind von

¹ Vergl. VIETE bei G. LIX. 248.

² WARDROP Essay's II. cap. I u. II.

S Wörterbuch II. 480.

Edinb. Phil. Journ. II. 271.

⁵ Med. chir. Trans. V. 268.

RUDOLPHI Deobachtet, und einer ist von HALL maher beschrieben, auch gedenkt WARE der Sache als einer gar mit

üngewöhnlichen,

Man konnto veranlaist werden zu vermuthen, daß Pen nen von ungleicher Weitsichtigkeit und Stärke der Augen w der Verschiedenheit der erzeugten ungleichen Bilder eine Es pfindung haben mülsten. Allein dieses ist so wenig der El dals sie bei anfangender und allmälig zunehmender Verdnah lung des einen Auges durch den grauen Staar oft lange Zeit 🏟 sen Fehler gar nicht kennen, wenn sie nicht zufällig durch alleinigen Gebrauch desselben darauf aufmerksam werden, we ches um so schwieriger ist, weil die meisten Menschen mid wermogen, die Augenlieder eines Auges allein zu schliefen und man beim erforderlichen Gebrauche eines einzelnen Augest der Regel sich des stärkeren bedient. Die Erscheinung eine solchen Unthätigkeit des einen Auges und die Ursache, die dieselbe nicht bald wahrgenommen wird, fallt alsdann mit eine andern zusammen, nämlich dals Schielende, auch wenn bei Augen gleich gut sind, doch nicht doppelt sehen, obgleich and theses nicht allgemein ist, indem viele Schielende oft mehr od Das Bild in dem einen, gerade auf de minder doppelt sehen. Gegenstand gerichteten, in der Regel auch stärksten Auge, z schon deswegen, weil as in die Mitte desselben fällt, das leihafteste, und übertäubt gleichsam die Empfindung des anders so dals diese allmälig gar nicht beachtet wird, und endlich gass verschwindet . Hierbei tritt also der nämliche Fall ein, als bei allen Bildern der seitwärts liegenden Gegenstände, welche zwa Im Auge erzeugt werden wenn es einen bestimmten Gegenstand fixirt, aber unbeschtet bleiben. Hält man ein Brillenoder Lorgnetten Glas vor das eine Auge, ohne das andere z verschließen, so empfindet man nur das hellere Bild im enter ren, und das im zweiten ist so gut als gar nicht vorhanden. ein Auge beschattet, so wird das Bild eines erleuchteten Gegostandes in ihm das stärkere, und daher allein empfunden. Ben

¹ Physiol. II. 215.

² Mookel's Archiv. IV, 614

⁸ G. LIV. 257.

⁴ VIRTH M. a. O. S. 245.

bierans erklärt sich auch das oben erwähnte Phänomen, dass nämlich zuerst ein doppeltes Bild entsteht, wenn man den einen Augapfel zur Seite drückt, allmälig aber beide sich wieder zu nähern scheinen, und das mattere bald ganz verschwindet. Auch hierin liegt ein Beweis, wie seht das Urtheil der Seele beim Behen in Betrachtung kommte.

Azernus 2 fand,, daß ein Loch in eines Metallplatte von D,1 Lin. Durchmesser, wodurch er mit dem linken Auge sah, weiter, und das Gesichtsfeld größer wurde, wenn er das rechte Auge schloß, und noch mehr, wenn er es mit der Hand bedeckte. Ob sich hierauf ein allgemeines Gesetz bauen lasse, daß die Thätigkeit des einen Auges vermehrt wird, wenn die des anders ganz aufhört, muß künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben. Wahrscheinlich gehört aber auch dieses Phänomen unter die allgemeine Regel, daß die Nerventhätigkeit am stärksten ist, wenn sie nicht durch andere Nervenaffectionen gestört wird.

Hierhin gehört endlich auch die bekannte Erscheinung, dals die Bilder der Gegenstände, z. B. die Buchstaben beim Lesen, dunkler und undeutlicher werden, wenn die Aufmerksamkeit auf dieselben schwindet, entweder wenn die Seele durch Nachdenken über irgend eine schwierige Aufgabe angestrengt beschäftigt ist, oder wenn eine völlige Abspannung der Thätigkeit und Anstrengung durch Ermüdung, Schläfrigkeit oder Verfolgen lebehafter Bilder der Phantasie stattfindet 3.

may Gesichtsfeld

Campus visionis, champ de vision, field of vision, ist der Raum, den das Auge auf einmal übersieht, und man gehrancht diesen Ausdruck besonders in Beziehung auf Erungehre und Vergrößerungsgläser, wo die Größe des Gesiehten

of or a second strained and

7 20 14 1 17

¹ Biot Precis el. II. 872.

² Nov. Com. Petrop. VII. 305.

⁸ Vergl. Punkinin Beiträge, 8. 76. Ueber das Behen überhande B'Alkindra Doutes sur différences questions d'Optique; in Opuscales mathém. Il vol. Par. 1761. Scanneza in Com. Sous Bouren. V. 1. u. 446. VI. 344. u. v. a.;

feldes genau berechnet werden kann. In Fernröhren und I kroskopen ist das Gesichtsfeld ein Kreis, dessen Durchne man nach der Größe des Schwinkels in Graden und Theilen

Graden bestimmt,

Das Gesichtsfeld, welches das blofee Auge mit Deuti keit übersieht, ist schwieriger zu bestimmen, und mag bei t schiedenen Individuen ungleich seyn. Wir schen nur die! genstände deutlich, welche nahe bei der Richtung der Am axe liegen, und es ist schwierig, den Abstand von der Auges zu bestimmen, bei welcher man zum Beispiel noch Buchste und ähnliche kleine Gegenstände deutlich sieht; diese Scha righeit entsteht zum Theil auch daraus, dals wir allzu gen sind, sobald wir unsre Aufmerksamkeit auf einen von der Auf axe entfernten Punct richten, die Augenaxe selbst dahin zu w den, und dadurch den Versuch zu unterbrechen. Erfahrungen glaube ich nicht, dals man Buchstaben, die i 10 Grade von der Augenaxe entfernt sind, noch deutlich kennt; kommt es aber blols auf ein Wahrnehmen der Gege stände an, so findet dieses selbst bei 45 Graden Abstand w der Augenaxe noch statt, ja selbst bis zu 60 Graden hin.

Wie das Gesichtsfeld bei Fernröhren und Mikroskopen der Beobachtung oder Rechnung bestimmt wird, muß in den Ar Fernrohr, Mikroskop, Spiegelteleskop nachgesehen werden.

Gestirne.

Astra; sidera; les astres; the stars. Unter de Mamen Gestione aind alle jene glanzenden Körper begriffen, es sich uns am Himmel zeigen, und die, als nicht mit der Edin Verbindung stehend, der taglichen Bewegung der scheme ren Umdrehung der Himmelskuper folgen. Von den Fixenen, den Planeten, dem Monde, der Sonne, so wie von belflecken, der Milchstrasse u. s. w. handeln eigne Arrikel.

Unter Gestirn versteht man aber auch ein Sternbild, der diejenige Verbindung von Sternen, die man unter einem einem gen Namen, um sich leichter am Himmel zu orientigen, zusammen gefalst hat; man spricht daher von dem Gestirne des Widdes u. s. zv. hiervon z. Art. Sternbilder.

Getriebe; s. Rad und Getriebe.

and somit and der birroy, hereo, change Druck pro n ingenie Schwere; Pondus; Poids, pesanteur; Weight, ranity. Be istisian Eigenthinshichteitsnowohl bei den Deutz shan als anch bei den Engländeisi and Kranzesen, data ste unjeachtet einer scharfen und bestimmten Feststellung der Bagriffe ennoch die Bedeutungen der angegebenen Worte nicht fixiren. ind es würde mir lieb seyn, wenn in dieser nicht so ganz bleinichen Sache die Deutschen mit einem guten Beispiele; voranger in wollien in Solution (gravitous; Pesanteur; sekener grat rite; Gravity) ist die Wirkung der gegenseitigen Anzlehung Wischen der Erde und jedem in nicht großer (den Halbmesser ler Erde als Einheit angenommen) Entfernung von ihrer Oberlache benidlichen Korper. Aeulserungen derselben sind des Bedicht der Korper und somit auch des Druck, welchen sie MGemaisheit dessen gegen jede feste. halbilussige und flussige sende Substanz austben, und der Fall derselben, welcher wie lattin ein freier other aff einer gegebenen Dahn seyn Rann! In janzen skonnte, man jehe erstere des Beetrebon zu fallen, dien statere dagegen die wirkliche Realisirung jenes Bestrebenst neug en, wonach also, ja Beziehung auf diese Effecte die Schwere asjenige heilsen wurden was die Korper zum Fallen sollicities ind insofern hierbei die Anziehung der Erde gegen die Korper ür irdische Messungen unendlich grafs in Yergleichung mit der inziehung dieser letzteren gegen jene ist his jetzt eher nach ein Unterschied dieser Einwirkung der Erde rücksichtlich der erschiedenen Meterien aufgefunden wurde, so folgt nothwenig dals alle Materie an sich gleich schwer seyn mula, mithin uch jede durch einen gegebenen Raum begrenzte Materie oder eder Körper, and dasa es also keine relative, respective oder pecifische Schwere geben kann; welcher Ausdrücke man sich dat er auch niemals bedienen sollte. Es folgt aus diesen Satzen ferner coff Wendig, dala alle Korper nach ganz gleichen Gesetzen fallen niesen, weil jedes einzelne Element derselhen von der Anziehung er Erde auf gleiche Weise afficiet wird. Dagegen ist das Gewicht

¹ Ueber den Unterschied der Schwere an den verschiedenen Orten af der Erde s. Art. Schwere.

und somit auch der hieraus hervorgehende Druck gegen is gen eine Unterlage oder eine dem Fallen widerstehende Substat verschieden, indem dieses durch die Bumme der Wirkungen jedt einzelnen durch die Schwere zum Fallen sollicitirten oder ge gen die Erde gezogenen Blementes der Korper'gegeben wird. -- Oewicht (pondus poids) weight) ist also die Same Ver Bestrebungen, wodurch die gesammten Elemente eines Ko pers zum Fallen getrieben werden, und muls dasselbe folglich der Qualitätät dieser Blemente direct proportional seyn, voran-Resetzt, date die lerzteren all Masse einahder gleich sind. Dies Frage; weiche bei stielen physikalischen Untersuchungen von großer Wichtigkeit ist 1, kann hier ganz vernachlässigt worden indem die größeren Elemente als mehrere vereinte kleinere betrachtet werden könnten, wonach also die allgemeinen Bestismungen über die Schwere und das Gewicht durchaus keines Abänderungen unterliegen. Insofern aber die Summe diese einzelben, gegen die Erde gravitirenden, Elemente eine abelute Grolse ist, oder durch ein bestimmtes gegebenes Maals gemessen wird, heilst dieses Gewicht der Kopper ihr gesoleten (nondus absolutum; paids absolu, weight absolute, ubsolute or true gravity); and wird durch die in den ver-Miledenen Landern übliche Normal-Gewicht Kinheiten & R. Pftind, Gramme tt. s. w. singedrückt." Die Bestituming der Gewichte wird vermittelst der Wage in glollerer oder geringe-Wir Schärfe erhalten. Till den Verschiedenen Ländern sind sehr tinglefelie Normal - Gewichte eingeführt. Weil diese aber mit den Bestimmungen der Längen und Räume sitsantmenfallen, und es daher am besten ist, diese insgesammt zugleich zu übersehm, Bo verspare ich die hierher gehörigen Angaben für den 'Art. Mels tind eben so wird das für die genauere Bestimmung der Gewicht erforderliche Werkzeug; "die Waage," besonders Beschriebe werden. Es mag daher hier die Bemerkung gehügen, dals see dis Gewicht der Korper, soferti dieses eine Kancilon der Schwer ist, letztere aber einer durch die geographische Breite und 6 Brhebung über die Meeresfläche erzeugten Verähderung und liegt; hiernach gleichfalls verschieden seyn mills. Well be die Normelgewichte gleichen Bedingungen unterliegen; als die

¹ Vergl. Material and and a

lurch sie zu wiegenden Körper, wenn man sich anders keiner minder gebräuchlichen und selten hinlänglich seinen Federwaage bedient, so kann man mit Vernachlässigung des kleinen hieraus entspringenden Unterschiedes das absolute Gewicht der Körper als überall auf der Oberstäche der Erde gleich betrachten. Oft glaubt man indess das absolute Gewicht der Körper zu erhalten, wenn man bloss das relative derselben gefunden hat. In den meisten Fällen, namentlich, wo die Gewichtsbestimmung für den Handel, die Oekonomie und Technologie gesucht wird, ist dieser Unterschied geringer als die Fehlergrenze der Bestimmung überhaupt, und kann daher füglich vernachlässigt werden, bei wissenschaftlichen Untersuchungen dagegen kommt er allerdings in Betrachtung.

Das relative oder respective Gewicht der Körper (pondus relativum; pesanteur respective, poids relativ; rela-: tiv gravity) wird gegeben, wenn dieselben um einen aliquoton Theil ihres absoluten Gewichtes getragen werden. also ein Körper sich im Wasser befindet, so verdrängt er ein seinem Volumen genau gleiches Quantum desselben, und wird dadurch genau um so viel weniger wiegen, als das absolute Gewicht dieses letztegen beträgt, er wird daher nicht mehr sein ganzes Gewicht wiegen, sondern nur so viel, als der Ueberschuss desselben über das Gewicht des verdrängten Wassers beträgt, und dieses ist dann sein relatives Gewicht. Wäge z. B. ein gegebener Würfel von Blei 10 &., ein gleich großer von Wasser 1 &., so würde jener in Wasser gesenkt nur noch 9 & wiegen, welches dann sein relatives Gewicht wäre. Der auf diese Weise entstehende Gewichtsverlust kann mehr als das ganze Gewicht des Körpers betragen, wobei dann sein relatives Gewicht negativ werden muss. Endlich versteht es sich von selbst, dass die in der Luft gewogenen Körper gleichfalls so viel von ihrem absoluten Gewichte verlieren, als ein gleiches Volumen von Luft wiegt, welches sie aus der Stelle treiben. Dieses trifft sowohl die gewogenen Körper als auch die Gewichtstücke, und muls bei jeder feinen Gewichtsbestimmung berücksichtigt werden.

Wenn man das absolute Gewicht der Körper, welches als das Resultat aller in ihm vereinten einzelnen gegen die Erde gravitirenden Elemente seiner Masse direct proportional ist, und auch wohl Masse genannt wird, mit Rücksicht auf den Raum, IV. Bd.

welchen sie einnehmen, oder ihre Volumina mit einander vergleicht, so erhalt man ihr specifisches Gewicht 'oder Eigengewicht (pondus specificum; poids spécifique, pesanteur spécifique 1; specific gravity), welches mit Unrecht zaweilen auch das relative Gewicht genannt wird. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Körper ist in vielfacher Hinsicht sowohl wissenschaftlich als auch rücksichtlich der Anwendung auf Technologie, Oekonomie u. s. w. von größter Wichtigkeit, hauptsächlich weil theils aus dem gegebenen speoisischen Gewichte und dem Volumen das absolute Gewicht oder aus dem relativen und dem specifischen Gewichte das Volumes und das absolute Gewicht bestimmt wird, theils weil aus den specifischen Gewichte allein die Reinheit oder Mischung verschiedener Stoffe erkannt werden kann, und dieser Gegenstand verdient daher hier eine genaue und umfangende Untersuchung. Im Allgemeinen gilt dabei das aus dem angegebenen Begriffe des specifischen Gewichtes von selbst folgende Gesetz, dass bei gleichem absoluten Gewichte die specifischen sich umgekehrt wie die Volumina verhalten, bei gleichem Volumen aber wie die absoluten, und dass sonach die specifischen Gewichte, oder auch die Dichtigkeiten zweier Körper, im geraden Verhältnisse ihrer absoluten Gewichte und im umgekehrten ihres Volumens zu einander stehen 2. Bezeichnen also P'; p' die specifischen Gewichte, P; p die absoluten, V; v die Volumina, so ist allgemein

 $P': p' = \frac{P}{V}: \frac{p}{v}.$

Indem die Bestimmung des specifischen Gewichtes auf einer Vergleichung des Volumens und des absoluten Gewichtes der verglichenen Körper beruhet, so kann entweder einer von zweise als Einheit für einen einzelnen andern angenommen werden, oder man bestimmt einen gewissen einzelnen Körper als sormale Einheit für alle übrigen. Man ist ganz allgemein aus genügenden Gründen darin übereingekommen, das reine oder destillirte Wasser als normale Einheit für alle übrige Körper anstellirte Wasser als normale Einheit für alle übrige Körper anstellirte wasser als normale Einheit für alle übrige Körper anstellirte wasser als normale Einheit für alle übrige Körper anstellirte wasser als normale Einheit für alle übrige Körper anstellirte wasser als normale einem des specifischen Gewichtes auf einer von zweise als einheit für alle übrige Körper anstellirte wasser als normale einem Gewichtes der verglichen einem von zweise als einheit für einen einzelnen andern angenommen werden, oder des einer von zweise als einheit für einen einzelnen körper als sormale einheit für alle übrigen.

¹ Bior Traité. I. p. 344 sagt: pesanteur spécifique, ou plus exactement poids spécifique.

² Vergl. Aacometer. Th. I. S. 350.

zunehmen, weil dieses im nicht verunreinigten Regenwasser überall in größter Menge zu erhalten ist, und sich außerdem zu den für die meisten Bestimmungen erforderlichen Versuchen am besten eignet. Allein nicht bloss die Flüssigkeiten überhaupt dehnen sich, wie alle Körper, durch den Einfluss der Wärme aus, sondern auch selbst das als Normal-Einheit dienende Wasser, welches bekanntlich noch außerdem seine größte Dichtigkeit schon einige Grade über dem Gefrierpuncte erhält. sicheren Grundlage einer Vergleichung muß daher die durch Wärme veränderliche Dichtigkeit des Wassers selbst erst genau bestimmt werden, und hierin liegt der Grund, warum so viele Physiker hierauf große Mühe und vielen Fleiss verwandt haben. Die Resultate ihrer Bemühungen sind oben 1 genügend vollständig mitgetheilt, wozu seitdem noch eine sehr schätzbare Arbeit von Hällstnöm 2 gekommen ist. Unterdess habe ich selbst vier Reihen von Versuchen angestellt, um das Gesetz der Ausdehnung des Wassers durch Warme genau zu finden, deren Resultate zwar noch nicht durch das gelehrte Publicum geprüft sind, inzwischen muss ich sie für genauer halten als diejenigen, welche wir bis jetzt besitzen 3. Indem es aber für die Bestimmung des specifischen Gewichtes im Allgemeinen von höchster Wichtigkeit ist, die Dichtigkeitsveränderung des Wassers zu. kennen, so theile ich hier die aufgefundene Formel und eine Tabelle des Volumens und der Dichtigkeit des reinen Wassers von 5 zu 5 Graden der hunderttheiligen Thermometerscale mit, welche für einzelne Grade leicht interpolirt werden kann. Ist demnach das Volumen des reinen Wassers bei 0° C. == 1. so ist die Volumensvermehrung

 $\Delta V = -0,0000594732 t + 0,000008210029 t^2 -0,00000006214072 t^3 + 0,0000000028915745 t^4$

^{1 8.} Ausdehnung Th. 1. 8. 601. ff.

² G.LXXVII. 129 ff. LXXXV. 530.

⁵ Die ausführliche Abhandlung, welche von der Art der Versuche und Berechnungen vollständige Auskunft giebt, ist so eben für die Commentarien der Petersburger Akademie d. Wiss. abgesandt, und wird auf diesem oder einem andern Wege bekannt werden. Eine erschöpfende Mittheilung würde hier zu viel Raum erfordern; unterdes kann ich versichern, dass es auf unpartheilscher Prüfung beruhet, wenn ich den erhaltenen Resultaten den Vorzug vor andern gebe.

Aus dieser Gleichung folgt in genauester Uebereinstnammen mit den Versuchen unmittelbar der Punct der größeten Dicker beit des Wassers bei 3°,78°C. Die nachfolgende Tabelle schält in den beiden ersten Columnen das Volumen und die Dictigkeit des Wassers für das Volumen = 1 bei 0°°C., in beiden andern die nämlichen Größen für das Volumen = 1 s°,78°C.

t	Volumen	Dichtigkeit	Volumen	1 Dichtighet
0	1,000000	1,000000	1,000111	0,99986
5	0,999900	1,000099	1,000011	0,99998
10	1,000167	0,999833	1,000278	0,99972
15	1,000760	0,999240	1,000871	0,999129
20	1,001643	0,998359	1,001754	0,998248
25	1,002786	0,997221	1,002897	0,997111
30	1,004161	0,995856	1,004272	0,995,40
, 35	1,005745	0,994287	1,005856	0,994178
40	1,007520	0,992535	1,007631	0,992426
45	1,009472	0,990617	1,009583	0,990508
50	1,011591	0,988542	1,011702	0,988433
·· 55	1,013872	0,986318	1,013982	0,986210
- 60	1,016313	0,983950	1,016423	0,983842
. 65	1,018918	0,981433	1,019028	0,981325
70	1 ,02169 4	0,978766	1,021805	0,978660
75	1,024654	0,975938	1,024765	0,975833
80	1,027814	0,972938	1,027925	0,972834
85	1,031194	0,969749	1,031305	0,969615
90	1,034819	0,966352	1,034930	0,966245
95	1,038720	0,962724	1,038831	0,962621
100	1,042928	0,958839	1,043039	0,958737

Bei den nachfolgenden Untersuchungen über das specische Gewicht der verschiedenen Körper wird demnach sowohl auf im eigene durch Wärme veränderliche Dichtigkeit, als auch auf des Wassers gehörige Rücksicht genommen werden, wobeid hinsichtlich des letzteren die so eben mitgetheilten, hinsicht der übrigen Körper aber die im Art. Ausdehnung enthalten Bestimmungen zum Grunde lege 1.

¹ Die Untersuchung über das spec. Gew. der verschieden Körper findet sich eben so vollständig als gründlich in Bior Init de Phys. expér. et math. T. I. d. 344. ff., so dass ich es für untek halten würde, ihm nicht zu solgen.

A. Specifisches Gewicht der Gasarten.

Bei der Bestimmung des spee. Gew. der Gasarten nimmt man die atmosphätische Luft bel einem gewissen Barometerstande und einer bestimmten Temperatur als Einheit an, wobei es dann nicht schwierig ist, die gefundenen Werthe sammtlich auf Wasser zu reduciren, wenn das Gewichtsverhältniss der atmosphärischen Luft zu demselben mit hinlänglicher Geneuigkeit gefunden ist 4. Um aber das spec, Gew., der atmosphärischen Luft zu finden, ist erforderlich, das absolute Gewicht eines gegebenen Volumens derselban zu suchen, welches auf folgende Weise geschieht. Man nimmt einen mindestens 0.5 Cub. R. haltenden Ballon von dünnem Glase, oben mit einer messingmen Fassung, welche auf eine Luftpumpe aufgeschroben und vermittelst eines Guerick'schen Hahns verschlossen werden kann, exantlirt diesen möglichst luftleer, hängt ihn an eine feine Waage und bestimmt sein Gewicht = P. öffnet den Hahn und lälst atmosphärische Luft einströmen, bestimmt das Gewicht abermals = P', so ist P' - P das Gewicht der hineingelassenen Luft. Eine nöthige Vorsichtsmassregel hierbei ist, dass man den Hahn nicht sogleich nach dem Hineinlassen der Luft schließt, weil die Luft durch die erlittene Condensirung Warme entwickelt, dadurch ausgedehnt wird, so dass der Ballon nicht ganz gefüllt seyn würde; auch ist nicht zu bezweifeln, dass der exantlirte Balton durch den äußern Luftdruck etwas zusemmengedrückt wird, und sich beim Hineinlassen der Luft -wieder ausdehnt. Die hieraus erwachsende Correction ist unbe-

¹ Die Bestimmungen des spee. Gew. der atmosphärischen Luft ließeen sich bis auf Anistoteles surückführen s. Barometer. Th. I. 8. 762. Galilei bestimmte das Verhältnis des Wassers zu derselben wie 400 zu 1. Mensenne trieb die Luft durch Glühhitze aus einem Gefäße, wog dieses, tauchte die Oeffnung desselben unter Wasser, so daßes sich um den Antheil der entfernien Luft damit füllte, wog dieses gleichfalls, und fänd das Verhältnis = 1800 : 1. R. Botle wog extentitie und luftvolle Gefäße, und find 988:1; Hawksere auf gleiche Weise 850:1; derselbe, Halley und Cotes durch ähnliche Versuche, vor der Königl. Ges. in Laudon = 840:1 und 852:1 und 860:1; Cavendisu = 800:1. Schuckburge durch sehr genaue Versuche bei 29,27 eng. Z. Bar. und 51° F. = 836:1, welche Größe der Wahrhieit sehr nahe kommt. Vergl. Hutton Dict, I. 52. Alle diese Bestimmungen stehen indese der durch Biot erhaltenen weit nach.

deutend, und man hat sie bisher vernachläseigt. Auf gleiche Weise bestimmt man das Gewicht der übrigen Gasarten. dann das Gewicht des leeren Ballons = n, des mit einer Gasart gefüllten = n', so ist n' - n das absolute Gewicht des gegebenen Volumens der Gasart, und $\frac{\pi - \pi}{p' - p}$ das specifische Gewicht derselben gegen atmosphärische Luft als Einheit angenommen. Diese Bestimmung erfordert aber verschiedene Correctionen, welche aus der Natur der Sache nothwendig folgen. aber, was nicht fliglich durch Rechnung corrigirt werden kann, fist die gehörige Reinheit der zu den Versuchen angewandten Gasarten rücksichtlich einer Beimischung theils fremder Gase theils der Fenchtigkeit, obgleich für die letztere sich eine Correction anbringen fast; welche aber weit sicherer durch gehorige Sorgfalt bei den Versuchen selbst vermieden wird. Brot ist sehr ausführlich in der Angabe der bei solchen Versuchen zu beobachtenden Vorsiehtsmassregeln; mir scheint indels folgendes Verfahren, welches ich aus eigener Erfahrung kenne, hinlängliche Genauigkeit zu geben.

Dass zuvorderst die für die Versuche bestimmten Gasarten so rein wie möglich bereitet sind, mufs ich voraussetzen, und halte ich es für übersitissig, hierüber Regeln anzugeben, welche außerdem lediglich in das Gebiet der Chemie gehören. demnächst von aller Feuchtigkeit zu befreien, ist erforderlich, sie vor ihrem Eintritte in das mit Quecksilber gefüllte Gefäls durch ein etwas langes, mit frischem, gerade bis zur Trockne abgedampsten, fein zerriebenen, salzsauren Kalke gestilkes Rohr langsam streichen zu lassen. Weil aber das Quecksilber der pneumatischen Wanne selbat nicht gang frei von Fenchtigkeit und atmosphärischer Luft ist, so entfevnt man beide am besten, wenn das zum Auffangen der Gasarten bestimmte Gefäls, aus einem 12 bis 14 Z. hohen Cylinder bestehend, oben mit einer Fassing und einem Hahne versehen ist, worauf ein anderer exantlirter Ballon geschroben wird, welcher das Quecksilber der pneumatischen Wanne in jenem Cylinder nach Oeffnung der Hähne in die Höhe saugt, womit man bei wiederholtem Exantliren des Ballons so lange fortsahren muls, bis das aufsteigende Quecksilber der pneumatischen Wanne in die zum Hahne des Cylinders führende enge Röhre steigt. Will man die Vorsicht noch weiter treiben, so fülle man alsdann erst den Cylinder mit

der zu prüfenden Gasart, und nehme diese abermals auf die angegebene Weise heraus, ohne Gebrauch davon zu machen, um mit ihr jeden Antheil einer andern, dem Quecksilber und den Wänden des Cylinders adhärirenden verunreinigenden bis auf eine verschwindende Große zu entfernen. Außerdem müssen die Canale zwischen dem verschließenden Haline des Cylinders und des zum Wägen bestimmten Ballons möglichst kurz und sehr enge seyn, damit der Antheil der in ihnen unvermeidlich zurückbleibenden atmosphärischen Luft verschwindend klein werde. Es versteht sich wohl von selbst, dass der zum Wagen der Lust bestimmte Ballon ursprünglich trocken sey. Um aber auch denjenigen Antheil von Feuchtigkeit daraus zu entfernen, welcher sich aus der atmosphärischen Luft durch Abkühlung abpesetzt haben konnte, pflege ich den vorher exantlirten Ballon auf eine Campane zu schrauben, welche über frischen salzsauren Kalk auf einen zur Luftpumpe gehörigen Reserve - Teller mit etwas Pomade gestellt ist, ihn auf diese Weise wiederholt mit trockner Luft zu füllen und zu exantliren 1. Auf diese Weise last sich der geringste Antheil von Feuchtigkeit daraus entsereren, und man kann sich der hierfür erforderlichen Correction entheben. Welche Correctionen übrigens bei diesen Wagung gen zu beachten sind, zeigen folgende Betrachtungen.

Ist das genau bestimmte innere, durch Wägung mit Wasser gesprache 2,... Volumen des Ballons bei 0° Temperatur und einem Barometerstande — H durch V bezeichnet, und man nimmt an, das die Temperatur auf t steigt oder fellt, der Barometerstand in h sich verwandelt, so würde ohne Rücksicht auf den Widerstand der Wände dieses Volumen in

¹ Vergl. meine physikalischen Abhandl. Giess. 1816. im Ang. 32

² Die Fassung eines solchen Ballons muß sich abschrauben lassen. Wird er dann mit Wasser gefüllt bei einer gegebenen Temperatur gewogen, und nachher wenn er wieder leer ist, so giebt der
Unterschied dieser Gewichte, für die Ausdehuung des Wassers durch
die Wärme corrigirt, sein Volumen. Die Reinigung desselben vom
Wasser ist dann schwierig, und nicht gut anders zu hewerkstelligen,
als wenn man ihn erwärmt und öfters die Lust mit einer hinciogesenkten Glasröhre heraussaugt, ein bei etwas großen Ballons mühsames und
langweiliges Verfahren. Dabei muß die im wasserleeren Ballon entbeltene Lust entweder durch Rechnung corrigirt, oder er muß vor
dem Wägen exantlirt werden.

$$V$$
 (1 + t. 0,00375) $\frac{H}{h}$

verwandelt werden. Indem aber die Wände des Ballons gen falls durch Wärme ausgedehnt werden, so wird für die cabis Ausdehnung des Glases = K das Volumen des Ballons

V(1 + Kt)

und wenn dann das absolute Gewicht der im Ballon enthalten Luft durch X ausgedrückt wird, so muß dieses der letten Größe direct, der ersteren aber umgekehrt proportional seyn, s man erhält also

$$X \frac{(1+Kt)h}{(1+0.00375t)H}$$

Ist das Gewicht des Ballons dann = P, so muss man bezis aichtigen, dass er so viel weniger wiegt, als die Quantität is beträgt, welche er aus der Stelle treibt. Letztere ist dem en gefundenen Gewichte der in ihm enthaltenen Luft, und auße dem noch demjenigen Volumen derselben gleich, welches dem seine Wände und die Fassung aus der Stelle getrieben wir Wird letzteres = e, sein corrigirtes Gewicht aber (P) genant so ist

$$(P) = P + \frac{X (1+Kt) h}{(1+0.00375t) H} + \bullet \dots (1)$$

Wird der Ballon bei einer Temperatur = t' und einem Baresterstande = h' mit einer Gasart gefüllt, deren Gewicht bei? Temperatur und einem Barometerstande = H durch Y auge drückt seyn mag, so wird dasselbe

$$Y = \frac{(1 + K t') h'}{(1 + 0.00375 t') H}$$

seyn. Wird dann der Ballon abermals bei einem Barometenste de = h" und einer Temperatur = t" in der atmosphärischen Einst gewogen, so verliert er durch den aërostatischen Einst der Luft

$$\frac{X (1+Kt'') h'}{(1+0.00375t'') H} + e''$$

und ist sein hierbei gefundenes Gewicht == P', so ist sein @ rigirtes

$$(P) = P' + \frac{X(1 + Kt'')h''}{(1 + 0.00375t'')H} + e'' - \frac{Y(1 + Kt')h'}{(1 + 0.00375t')H}.$$

Setzt men die beiden gefundenen Werthe von (P) einander gleich, so ist

$$0 = P'' - R + \frac{X (1 + Kt') h''}{(1 + 0.00375t') H} - \frac{X (1 + Kt) h}{(1 + 0.00375t) H} - \frac{Y (1 + Kt) h'}{(1 + 0.00375t) H} + e'' - e.$$

und weil der Unterschied von e" und e als unmerklich vernachlässigt werden kann, wenn beide Wägungen bei nicht sehr verschiedenen Barometer- und Thermometerständen vorgenommen werden, wie sich in der Regel voraussetzen läst, so ist

$$0 = P'' - P + \frac{X (1 + Kt'') h''}{(1 + 0,00375t'') H} - \frac{X (1 + Kt) h}{(1 + 0,00375t) H} - \frac{Y (1 + Kt') h'}{(1 + 0,00375t') H} \cdot \dots (3)$$

Ist das gewogene Gas atmosphärische Luft, so wird Y = X, und man hat

$$X = \frac{(P'' - P) H}{\frac{(1+Kt) h}{1+0.00375t} + \frac{(1+Kt') h'}{1+0.00375t'} - \frac{(1+Kt') h''}{1+0.00375t'}}$$

Hat man X auf diese Weise durch Versuche gefunden, so kann man für jede beliebige Gasart auch Y finden, denn es ist dann

$$\mathbf{Y} = \frac{(P'' - P) H + \frac{X (1 + Kt'') h''}{1 + 0,00375t''} - \frac{X (1 + Kt) h}{1 + 0,00375t}}{(1 + Kt') h'}$$

Die Bestimmung des cubischen Inhalts eines zu solchen Versuchen bestimmten Ballons findet man am sichersten durch Abwägung desselben mit Wasser, weil das Gewicht eines gegsbenen Volumens des letztern als genau bekannt angesehen werden kann. Dabei kommen indels einige Correctionen vor, welche unten bei der Bestimmung des spec. Gew. der Flüssigkeiten näher angegeben werden sollen. Minder genau würde sein Inhalt durch Einfüllen des Wassers aus tarirten Geläßen gefunden werden.

Es ergiebt sich aus dem blossen Anblick der Formel, wodurch der Werth von Y gefunden wird, dass die beiden Glieder, worin X vorkommt, verschwinden, wenn h und h";
t und t" einander gleich sind, also wenn beide Wägungen, sowohl es vollen als auch des leeren Ballons bei gleicher Tem-

peratur und gleichem Barometerstande vorgenommen wurden Dadurch würde allerdings die Formel viel einfacher werden 'allein Brot, welcher mit ARAGO die feinen Wägungen de Gase angestellt hat, versichert, dass man hieraus nicht rechne könne, und ich gebe diesem vollkommen Beifall, denn solch Versuche erfordern längere Zeit als man glaubt, und dann s auf völlige Gleichheit jener Werthe nicht zu rechnen, welch bei einiger Verschiedenheit von zu großem Einflusse sind, a dass man sie vernachlässigen dürfte. Dagegen schlägt B107 ser sinnreich ein Mittel vor, wodurch die Rechnung bei größer Genauigkeit vereinfacht wird, nämlich die Wägung des leen Ballons zu wiederholen, nachdem man ihn mit dem Gas er gewogen hat. 'Sind hierhei h"; t" und P" die verändens Werthe des Barometerstandes, der Temperatur und des Gewidtes des Ballons, so erhält man für diese Wägung mit der de Wollen Ballons verglichen

$$\mathbf{Y} = \frac{(\mathbf{P''} - \mathbf{P'''}) \mathbf{H} + \frac{\mathbf{X} (\mathbf{1} + \mathbf{K} \mathbf{t''}) \mathbf{h''}}{\mathbf{1} + 0.00375 \mathbf{t''}} - \frac{\mathbf{X} (\mathbf{1} + \mathbf{K} \mathbf{t'''}) \mathbf{h''}}{\mathbf{1} + 0.00375 \mathbf{t''}}}{\frac{(\mathbf{1} + \mathbf{K} \mathbf{t'}) \mathbf{h'}}{\mathbf{1} + 0.00375 \mathbf{t'}}}$$

and da dieser Werth von Y dem oben gefundenen gleich sen muss, so kann man beide zusammennehmen, und erhält $2Y = (2P''-P-P''')H + \frac{2X(1+Kt'')h'}{+0,00375t''} - \frac{X(1+Kt)h}{1+0,00375t} - \frac{X(1+Kt'')h'}{1+0,00375t'}$

In der Regel kann man annehmen, dass die Temperaturenum Barometerstände t" und h", welche der in der Mitte liegende Wägung des vollen Ballons zugehören, das arithmetische Mittel zwischen den bei der ersten und letzten Wägung des leeren Ballons erhaltenen Werthen von t; h und t"; h" ausmachen, w vern dieses sich von der Wahrheit nicht merklich entfernt, w verschwinden die Glieder für X von selbst, und man erhält

$$Y = \frac{\left[P'' - \frac{P + P'''}{2}\right] (1 + 0,00375t') H}{(1 + Kt') h'}$$

als einfachen Ausdruck, um das Gewicht der gewogenen Gestten zu finden.

Es ist oben angegeben, dass man bei solchen Versucher

sich bestrehen müsse, trockene Gase zu den Versuchen anzuwenden, und es ist nicht schwer, dieses zu erreichen. Weil
indels die Wägung in atmosphärischer Luft geschieht, welche
nie frei von Dämpfen ist, und um so mehr enthält, je wärmer
sie ist, so verdient dieses allerdings Berücksichtigung. Wenn
beide Wägungen, sowohl des leeren als auch des erfüllten Ballons bei nicht bedeutend verschiedener Temperatur gesohehen,
der Ballon aber, bei unveränderter Größe, beidemale eine gleiche Quantität Luft aus der Stelle treibt, so läst sich leicht zeigen, daß die für den Feuchtigkeitszustand der Luft ersorderliche
Correction als eine verschwindende Größe füglich verpachlässigt
werden kann. Weil indels Brot sie in seine Formeln mit auf
genommen hat, und die Sache unten bei der Bestimmung des
spec. Gew. der Flüssigkeiten abermals vorkummt, so möge sie
hier gleichfalls mitgetheilt werden.

Es ist oben im Art. Dampf gezeigt, dass die Dichtigkeit des Wasserdampfes im Zustande seiner Sättigung bei gleicher Temperatur und unter gleichem Drucke nach meinen Versuchen 17 der atmosphärischen Lust beträgt. GAY-Lüssac fand statt desser 18 oder 8, und da diese Bestimmung von jener nur unbedeutend abweicht, zur Berechnung aber weit bequemer ist, so wähle ich diese gleichfalls. Ist dann nach dem oben gesundenen Ausdrucke der Inhalt des Ballons

 $\frac{X}{(1+Kt)} \frac{h}{(1+0.00375t)}$ H

so ist, die Spannung des Dampses = angenommen, das in der Luft enthaltene Gewicht Damps

 $\frac{5}{8} \cdot \frac{X (1+Kt)}{(1+0.00375t)^{1} H}$

¹ Th. II. 8. 877. Diese Dichtigkeit des Dampfes ist für niedrigere Temperaturen die nichtigste. Aus allen meinen Versuchen folgt eine Dichtigkeit = 11,977. S. Ebend. 8. 384. Ueber den Einsus der Feuchtigkeit auf das spec. Gew. der Gasarten ist von einigen englischen Gelehrten z. B. Adjonn, Sylvzsten u. a. verschiedentlich gehandelt, ohne die Sache auf eine einfache Weise deutlich zu machen. 8. Ann. of Phil. N. S. III. 385. IV. 29; 195; 260 u. a. a. O. Die ganze Aufgabe lößt sich wie ich glaube, aus demjenigen leicht vollständig beurtheilen, was ich Th. II. 8. 398 dieses Wörterbuches über die Verbindungen der Gase und Däspse gesagt habe. Gehaltreiche Untersuchungen über diesen Gegenstand von Gay-Lüssac u. The nand finden sich de Recherches physico-chimiques. II. 74.

und da dieses ein Volumen von Lust, dessen Gewicht

$$X (1 + Kt) \epsilon$$

 $(1 + 0.00375 t) H$

beträgt, aus dem Ballon verdrängt, so ist das Totalgewick im Ballon enthaltenen elastischen Flüssigkeiten

$$\frac{\frac{X(1+Kt)h}{(1+0,00375)H} - \frac{X(1+Kt)e}{(1+0,00375)H} + \frac{5}{8} \cdot \frac{X(1+Kt)}{(1+0,00375)H}}{\frac{X(1+Kt)(h-\frac{3}{4}e)}{(1+0,00375t)H}}$$

Wird der Ballon also in feuchter atmosphärischer Luft geweg und sein Gewicht — P gefunden, so beträgt nach der obengetheilten Formel sem ganzes Gewicht

$$(P) = P + X \frac{(1 + Kt) (h - \frac{1}{5}\epsilon)}{(1 + 0.00375t) H} + \epsilon.$$
 (1)

BIOT behauptet nach eigenen Versuchen und nach den Eine Frungen Smeaton's, das beim Exantliren der Ballons man die Lust vollständig daraus entsernen könne, dennoch aber derjenige Antheil von Damps, welcher der jedesmaligen Tempatur zugehört, als Folge der Verbindung seines Raums denen der Canäle und Ventile der Lustpumpen, in ihm zum bleibe. Wird demnach der Ballon auch mit trocknem Gastfüllt, welches sehr räthlich ist, um einen entstehenden Niedsschlag zu vermeiden, so ist nach den oben mitgetheilten stimmungen das absolute Gewicht der im Ballon enthalten Mischung von Gas und Damps

$$\frac{Y(1+Kt')h'}{(1+0,00375t')H} - \frac{Y(1+Kt')\epsilon'}{(1+0,00375t')H} + \frac{X(1+Kt')\epsilon'}{(1+0,00375t')H} + \frac{X(1+Kt')\epsilon'}{(1+0,00375t')H}$$

$$= \frac{Y(1+Kt')(h'-\epsilon')}{(1+0,00375t')H} + \frac{X(1+Kt')\epsilon'}{(1+0,00375t')H}$$

Wird dieser so gefüllte Ballon wieder in der fenchten amer rischen Luft gewogen, deren Temperatur und Druck = t'w' sind, wodurch also zugleich & in & und e' in e' verw werden, und ist sein Gewicht = P'' gefunden, so ist seine rigirtes Gewicht

$$(P) = P'' + \frac{X(1 + Kt'')(h'' - \frac{1}{8}t'')}{(1 + 0.00375t')H} - \frac{Y(1 + Kt')(h' - \frac{1}{8}t'')}{(1 + 0.00375t')H} - \frac{X(1 + Kt')t'}{(1 + 0.00375t')H} + e'' \cdot \cdot \cdot \cdot (2)$$

Zieht man die Gleichung 1 von der Gleichung 2 ab, 30 ff

schwindet (P) aus beiden, und man erhält, wenn der unbedeutende Unterschied e'' - e' = 0 gesetzt wird

$$\mathbf{O} = \mathbf{P'} - \mathbf{P} + \frac{\mathbf{X}(1 + \mathbf{K}\,t'')\,(h'' - \frac{1}{4}\,\epsilon'')}{(1 + 0,00375\,t'')\,\mathbf{H}} - \frac{\mathbf{X}(1 + \mathbf{K}\,t)\,(h - \frac{1}{4}\,\epsilon)}{(1 + 0,00375\,t)\,\mathbf{H}} - \frac{\mathbf{Y}(1 + \mathbf{K}\,t')\,(h' - \epsilon')}{(1 + 0,00375\,t')\mathbf{H}} - \frac{1}{4}\frac{\mathbf{X}(1 + \mathbf{K}\,t')\,\epsilon'}{(1 + 0,00375\,t')\mathbf{H}}.$$
 (3)

Ist das hineingelassene Gas atmosphärische Luft, so ist Y = X, und man findet aus der Gleichung

$$\mathbf{Y} = \frac{(\mathbf{P''} - \mathbf{P}) \mathbf{H}}{\frac{(1 + \mathbf{K}t)(\mathbf{h} - \frac{1}{4}\epsilon)}{1 + 0.00375 t} + \frac{(1 + \mathbf{K}t')(\mathbf{h'} - \frac{1}{4}\epsilon')}{1 + 0.00375 t'} - \frac{(1 + \mathbf{K}t'')(\mathbf{h''} - \frac{1}{4}\epsilon'')}{1 + 0.00375 t''}}$$
(4)

und wenn auf diese Weise X gefunden ist, und als bekannt in die Gleichung substituirt wird, so ist

$$\mathbf{Y} = \underbrace{\frac{1}{(1+Kt')(h'-\epsilon')}}_{\mathbf{1}+\mathbf{0},00375\,t'} + \underbrace{\frac{X(1+Kt')\epsilon'}{1+\mathbf{0},00375\,t'}}_{\mathbf{1}+\mathbf{0},00375\,t'} + \underbrace{\frac{X(1+Kt'')(h''-\frac{1}{2}\epsilon'')}{1+\mathbf{0},00375\,t''}}_{\mathbf{1}+\mathbf{0},00375\,t'} \times \underbrace{\frac{X(1+Kt')\epsilon'}{1+\mathbf{0},00375\,t''}}_{\mathbf{1}+\mathbf{0},00375\,t'}$$
(5)

woraus das spec. Gew. der Gasarten = $\frac{Y}{X}$ gefunden wird. Bior schlägt vor, das Gas im Ballon durch ein Alkali auszutrocknen, dadurch ϵ =0 zu machen und die Formel abzukürzen, allein dieses Mittel scheint mir unsicher, weil zu leicht von dem gebrauchten Alkali etwas zurückbleiben kann, das Verfahren auch eine zu vielfache Manipulation des Ballons erfordert. Ungleich räthlicher ist es, den Ballon, nachdem er zuerst leer, dann mit Gas gefüllt gewogen ist, abermals zu exantliren, nochmals zu wiegen, und aus der Vergleichung der zweiten mit der dritten Wägung für die veränderten Werthe P"; t"; h" und ϵ " für das absolute Gewicht, die Temperatur, den Lustdruck und die hieraus folgende Spannung des Wasserdampses den Werth von Y auf die angegebene Weise zu suchen. Indem dann beide Werthe von Y einander gleich seyn müßten, so hat man ohne weitläuftige Rechnung aus den drei Wägungen

$$Y = \frac{\left[P'' - \frac{P + P'''}{2}\right] H - \frac{1}{4} \frac{X (1 + Kt') \epsilon'}{1 + 0,00375 t'}}{\frac{(1 + Kt') (h' - \epsilon')}{1 + 0,00375 t'}}$$
(6)

Bei allen diesen Formeln istallezeft angenommen, dals das innere Volumen des leeren und mit Luft erfüllten Ballon Rechnung komme. Bior glaubt dieses bei der Benutzung vortrefflichen, durch Fonten verfertigten Luftpumpe des la tutes voraussetzen zu dürfen, und empfiehlt nur den Feide keitszustand der Lust auch in sofern zu berücksichtigen, als an der Aussenseite des Ballons eine sehr dünne Schicht den ben anzulegen pflege, welche bei allen Wägnngen sorgfalige verändert zu erhalten sey. Mir scheint indels hieraus kein fe ler zu erwachsen, wenn der Ballon vor den Versuchen mit mi kenen Tüchern hinlänglich gereinigt ist, man bei nicht fewh Witterung in trockenen Zimmern operirt, und die Examina nicht so schnell geschieht, dass durch plotzliche Abkühlung Ballons sich eine nicht wahrnehmbare Schicht Feuchtigkeit der Oberfläche desselben ansetzen könnte, welche indels Wiederherstellung der Temperatur wieder verschwinden wie Selbst die Feuchtigkeit im Innern des Ballons kann vernache sigt werden, wenn für die völlige Trockenheit desselben vor Versuchen gesorgt ist, man denselben nach dem ersten Examb ren einigemale mit völlig ausgetrockneter Lust füllt, dans # antlirt, und die Gasarten demnächst vor dem Hineinbringen mi Wägen hinlänglich ausgetrocknet werden. Diesem Verlahm gebe ich auf allen Fall den Vorzug, schon deswegen, weil de Correction wegen der Feuchtigkeit den Sättigungszustand de Luft mit Wasserdampf voraussetzt. Dagegen scheint es mir nothwendig, in Beziehung auf den aerostatischen Einflus der auferen Lust auf das Gewicht des Ballons ihren Feuchtigkeitszustal durch das Hygrometer zu erforschen, und diesen in Rechnus zu bringen. Zugleich scheint es mir ganz unnachlässlich, de Rest der im Ballon nach dem Exantliren zurückbleibenden La zu berücksichtigen, wobei Bior bemerkt, dass es dann auf n sehr verwickelte Untersuchungen führen würde, wenn man Rest der noch etwa vorhandenen Feuchtigkeit nicht vernacht sigen wollte. Um so mehr bin ich der Meinnng, daß solt, Versuche nur mit ausgetrockneten Gasarten angestellt werten müssen, und zwar sonst der Feuchtigkeitszustand hinschied des Sättigungsgrades mit Dampf so äußerst schwer bestimmer ist, und sich bei jeder Veränderung der Temperatur ändert:

Ist demnach beim Exantliren der Unterschied der Quedsilberhöhen in beiden Schenkeln eines für solche Versuche eigends und mit großer Sorgfalt bereiteten Heberbarometers = 6 in dem nämlichen Masse ausgedrückt, worin das Barometer gemessen wird, so ist der im Ballon bleibende Antheil Lust

$$\frac{X (1+Kt) \Theta}{(1+0,00375t) H}$$

und da er um diese Größe mehr wiegt, als er im leeren Raume gewogen und völlig leer wiegen würde, so ist sein für diese Größe und das Gewicht der verdrängten Lust corrigirtes Gewicht

$$(P) = P + \frac{X(1+Kt)(h-\frac{1}{4}\epsilon)}{(1+0.00375t)H} - \frac{X(1+Kt)\theta}{(1+0.00375t)H} + \epsilon \quad (1)$$

Wenn dann vorausgesetzt wird, dass die Temperatur t der im Ballon gebliebenen Lust sich nicht ändert, oder der Einstus einer geringen Aenderung als unbedeutend vernachlassigt werden kann, und man lässt in den leeren Ballon trockenes Gas, bis er damit ganz angefüllt ist, so ist das Totalgewicht dieser Mischung bei einer Temperatur = t' und einem Barometerstande = h':

$$\frac{Y(1+Kt')(h'-\theta)}{(1+0,00375t')H} + \frac{X(1+Kt''')\theta}{(1+0,00375t)H}$$

Wird er dann abermals bei einer Temperatur = t', einem Barometerstande = h' gewogen, so ist sein corriginas Gewicht

$$(P) = P'' + \frac{X(1 + Kt'')(h'' - \frac{1}{2}\epsilon'')}{(1 + 0.00375t'')H} - \frac{Y(1 + Kt')(h' - \theta)}{(1 + 0.00375t')H} - \frac{X(1 + Kt)\theta}{(1 + 0.00375t')H} + \epsilon'' (2)$$

wenn in beiden Gleichungen P und P' sein uncorrigirtes Gewicht bezeichnet. Wird die Gleichung 1 von der Gleichung 2 abgezogen und e'' — e == 0 gesetzt, so erhält man

$$0 = P'' - P + \frac{X(1 + Kt'')(h'' - \frac{3}{3}\epsilon'')}{(1 + 0.00375t'')H} - \frac{X(1 + Kt)(h - \frac{3}{3}\epsilon')}{(1 + 0.00375t)H} - \frac{Y(1 + Kt')(h' - \Theta)}{(1 + 0.00375t')H} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$$

eine Gleichung, welche mit der oben unter Nr. 3. gegebenen gleich ist, mit Ausnahme des letzten Gliedes, welches die Feuchtigkeit im Ballon corrigirt, und dass im dritten Gliede der im Ballon gebliebene Antheil Luft corrigirt ist. Hieraus findet man

$$\mathbf{Y} = \frac{(\mathbf{P}'' - \mathbf{P}) \mathbf{H} + \frac{\mathbf{X}(\mathbf{1} + \mathbf{K} \mathbf{t}'') (\mathbf{h}'' - \mathbf{1} \mathbf{t}'')}{\mathbf{1} + 0.00375 \mathbf{t}''} - \frac{\mathbf{X}(\mathbf{1} + \mathbf{K} \mathbf{t}) \mathbf{h}}{\mathbf{1} + 0.00375 \mathbf{t}'}}{(\mathbf{1} + \mathbf{K} \mathbf{t}') (\mathbf{h}' - \mathbf{\theta})}$$

Diese Gleichung läßst sich auf gleiche Weise vereinfachen, wan den Ballon abermals bis auf die Spannung der innereil we exahtlirt, eine neue Wägung vornimmt, welche der inderten Größen P'''; t''; h''' und i'' zugehört, die erhäm Werthe mit denen bei der zweiten Wägung (des Insterie Ballons) gefundenen vergleicht, und hieraus

$$\mathbf{Y} = \frac{(P'' - P''')H + \frac{X(1 + Kt'')(h'' - \frac{3}{4}\epsilon'')}{1 + 0.00375t''} - \frac{X(1 + Kt''')(h''' - \frac{3}{4}\epsilon'')}{1 + 0.00375t'}}{\frac{(1 + Kt')(h - \theta)}{1 + 0.00375t'}}$$

1+0,00375 t'
erhält. Wenn dann die Veränderungen der Temperatur und
Luftdruckes nicht sehr bedeutend sind, wie sich bei sole

Versuchen voraussetzen lässt, so erhält man auf gleiche Wi

wie oben

$$Y = \frac{\left[P'' - \frac{P + P'''}{2}\right] (1 + 0,00375 t') H}{(1 + Kt') (h' - \theta)}$$

Diese letztere Formel gewährt die sichersten Resultate, we man nur dafür sorgt, dass der Ballon vorher hinlänglich getrocknet ist, welches durch wiederholtes Anfüllen mit we ner Luft und Exantliren sicher bewerkstelligt werden kann, d die zum Gewogenwerden in den Ballon gebrachten Gae länglich trocken sind, welches man durch Anwendung des sauren Kalkes gleichfalls eben so leicht als sicher erreicht, dass der Ballon völlig genau schliesst, um nach dem Exmis keine Luft eindringen zn lassen. Letzteres ist schwienige. man gemeiniglich glaubt; denn so unbedeutend es ist, die list so genau einzuschleifen, dals sie ohngefähr luftdicht schlich so schwer ist eben dieses, wenn es darauf ankommt, dals zi nicht der geringste Antheil von Luft eindringt. Man muß ir her den Ballon exantliren, den Barometerstand hierbei genat bemerken, dann den Ballon einige Tage stehen lassen, abersah auf die Luftpumpe schrauben, durch einige Kolbenzuge

Rüume derselben luftleer machen, und demnächst den Hahn öffmen, um zu sehen, ob der beim Exantliren desselben beobachtete Unterschied der Barometerstände noch der nämliche ist. Es ist höchst wichtig, bei Versuchen solcher Art diese Probe nicht für überflüssig zu halten.

Die nachfolgende Tabelle enthält eine Uebersicht der specifischen Gewichte des größten Theils der bekannten Gasarten und der Dämpfe. Die meisten dieser Bestimmungen sind von Thonson 1, diejenigen aber, wo die Quelle nicht nachgewiesen ist, habe ich größtentheils aus Bior 2 entnommen, und zugleich die Atomgewichte hinzugesetzt, wenn diese mitgetheilt waren; die Bestimmungen von MEINECKE sind durch Berechnung der Bestandtheile nach den Atomengewichten erhalten 3, und eben so diejenigen, welche ich nach den Angaben von L. GMELIN 4 aufgenommen habe. Sie sind auf die von diesem Chemiker angenommenen Größen der Mischungsgewichte gegründet, wonach ein Mass Sauerstoffgas 16, ein Mass Stickgas 14 und 1 Mass kohlensaures Gas 22 wiegt. Es wird dann ferner angenommen, dass die atmosphärische Lust aus 21 Mass Sauerstoffgas, 78,95 Stickgas und 0.05 Kohlensaure besteht. Heisst dann das spec. Gew. des ersten x, des zweiten y, des dritten z, so ist 21x+78,95y+0,05z=1. Ferner ist 7x=8y, and 11x=8z, und hieraus sind die spec. Gew. des Sauerstoffgas, Stickgas und der Kohlensäure bestimmt. Nach einer dieser Größen sind die spec. Gew. der übrigen der Größe ihres Mischungsgewichtes proportional gefunden, mit Rücksicht darauf, ob sie im gassormigen Zustande eine ein -, zwei - oder viersache Ausdehnung haben. Einige Bestimmungen, bei denen diese Bedingungen noch problematisch sind, werden vorläufig als ungewils mit einem Fragezeichen versehen. Da die Wägungen der Gase mit

¹ Aus Ann. of Phil. XVI. 161. ff.

² Traité u. s. w. I. 883. Die daselbst mitgetheilte Tabelle ist entnommen aus Ann. Chim. et Phys. 1. 218, wo man sie mit den literärischen Nachweisungen der angestellten Versuche findet.

³ S. G. LIV. 159. Eine Tabelle der spec. Gewicht der Gasarten und Dämpfe von Guszar findet man in dessen Ann. LIV. 186. Bei den Gasen tritt der merkwürdige Umstand ein, dass sich ihre spec. Gew. wie ihre Atomgewichte verhalten. S. Berzelius Jahresbericht für 1826. S. 54.

^{4 8.} dessen Handbuch d. theor. Chemie. Frankf. 1827. I, 8. 136.

IV. Bd. Cccc

sehr großen Schwierigkeiten verknüpft sind, so ist diese der Berechnung auf allen Fall von großem Nulzen, wie werth aber bleibt es dennoch, die erhaltenen Resultate innen aus directen genauen Versuchen erhaltenen zu vergie

Namen der Gase	Spec. Gew.	Atomg.	Beoback
Atmosph. Luft	1,00000		
Sauerstoffgas	1,11110	1,00000	THOMSON
	1,10359		BIOT. AM
	1,10260		BERZEL. D
	1,11100	! —	MEINECKE
· .	1,10926		GMELIE
Stickgas	0,97220	1,75000	THOMSON
	0,96913		BIOT. AM
	0,97220	_	MEINECKE
	0,97060		GMELIE
Wasserstoffgas	0,06940	0,12500	THOMSON
	0,07321		BIOT. ARM
	0,06880		BERZEL. De
	0,06940	-	MRINECER
	0,06933	-	GMELIE
Chlor	2,50000	4,50000	Тномзог
	2,47000	_	GAY u. TE
	2,50000	-	MEINECER
	2,45340		GMBLIX
Chloroxydul	2,44440	5,50000	Тном вол
	2,40900	-	H. DATT
	3,00890?	-	GMELIT
Chloroxyd	4,11820?		GMELIT
Chlorkohlenst. Säure	3,47220	6,25000	Тном501
Stickstoffoxydul	1,52770	2,75000	Тном 803
	1,52040	-	Colum
	1,52700	-	MEINECES
6.1.0	1,52520		GMELIE
Stickstoffoxyd	1,04160	3,75000	THOMSOF
	1,03880	_	Bérard
	1,04100	-	MRINECES
Salmatriusanus Car	1,03990	-	GMELIE
Salpetrigaaures Gas - Ammoniakgas	3,17640		GAY-LÜSSI
Ammoniakgas	0,59027	2,12500	Тноизог
	0,59669	-	BIOT. ALM
	0,59010	_	MRISECES
Salzsaures Gas	0,58930	4 60500	GMELIE
	1,28472	4,62500	THOMSOF
	1,24740	_	BIOT. ALLO
	1,24740	- 1	BEREEL DELON

nen der Gase	Spec. Gew.	Atomg.	Beobachter.
zsaures Gas	1,27400	4,62500	MEINECKE
	1,26180	·	GMELIN
driods. Gas	4,37500	15,75	THOMSON
•, 	4,44300	 -	GAY. LÜSSAC
-	4,36770	i —	GMELIN
'hlens.Gas - =	1,52770	2,75	Тномвон
*	1,51961	-	BIOT. ARAGO
	1,52400	-	Berzel. Dülone
	1,52700	_	Meinecke
ا تمام المستوالية المامية الم المامية المامية المامي	1,52520		GMELIN
hlenoxydgas	0,97220	1,76	Тномаом
	0,95690		CRUIKSCHARK
<u> </u>	0,97220	-	Meinecke
	0,97060		GMELIN
elerzeng. Gas	0,97220	1,760	THOMSON
	0,97840	_	TH. de SAUSSURE
	0,97220		MEINECKE
	0,97060	4 000	GMELIN
ohlenwasserst. Gas -	0,55555	1,000	Thomson
	0,55550 0,55460		Meinecke Gmelin
eschwef. Wasserst. Gas		2,125	Тномком
سے کے عقد ہے	1,191200		GAT U. THÉNARU
ند بت ند کر 	1,150000		Meineck
	1,178600		GMELIN
ephosph. Wasserst. Gas		1,625	Тномвом
hosphor-Wasserst. Gas	0,97220	1,75	Тномѕом
	0,87000		J. DAVY
hosgen - Gas	3,38940		J. DAVY
_	3,47300	 .	Meinecke .
,	3,42490		GMELIN
yan + 4 -,	1,80555	3,250	Тном зом .
<u></u>	1,80640		GAY-LUSSAO
	1,80600	- .	MEINECKE
المحاسبة المستعدات	1,80250		GMELIN .
chwefelsaures Gas -	2,22222	4,00	Тномвом
که منت هلی کنانه	2,12040		GAY u. THÉNARD
	2,19300		DAVY
	2,22200	-	Meinecke
	2,21850	عند	GMELIN
?luissaures Gas	2,36940		Тномвож
Inorborongas	2,37090	_	J. DAVY
Iluorsiliciumgas	3,57350	-	J. DAVY
`	3,60500		GMELIN
Arsenikwasserst. Gas	0,52900	[1	TROMMSDORF
	• ,	, C	ccce 2

Namen der Gase	Spec. Gew.	Atomg.	Beobechter.
Arsenikwasserst. Gas	2,69500	4,00 -	-Dumas ¹
Phosphordampf	0,83330	1,500-	Тном504
Kohlendampf	0,41660	0,750	THOMSON
Schwefeldampf	1,11110	2,000	Тномков
	1,10926?	 	GMELIN
Jod-Dampf	8,68050	15,625	Thomson
	8,61950	 -	GAY-LÜSSIG
	8,71600	! —- i	Dümab
·	8,66610	_	-GMELIE
Wasserdampf	0,62349	-	GAY - LÜSSAC
	0,63619		MURCKE
	0,62500		MEINECKE
	0,62390	_	GMELIA
Quecksilberdampf -	6,97600	_	Dümas
Alkoholdampf	1,61330		GAY-LESSAG
<u> </u>	1,25035	l — .	Muncke ²
	1,59700	`	Meinecke
	1,59460		GMELIE
Schwefelätherdampf -	2,58600		GAY - Lüssas
	1,65072		Muncke ³
	2,56900	 	MEINECEE
	2,56520	_	GMELIE
Schwefelkohlenst.Dampf		_	GAY-Lüssic
Hydriodnaphthadampf	5,47490	_	GAY-LÜSSAG
	5,37300?		GMELIN
Terpentinspiritusdampf	5,01300		GAY-LÜSSAG
Salpetrigs. Dampf -	2,63800		Meinecke
Schwefelkohlenst.Dampf	2,6447	 - '	GAY-LUSSAG
	2,6380		MEINECES
1	2,6345		GMELIE
Salzätherdampf	2,21900		THÉMARD
Darzatheranspi	2,26710	_	GMELIN
Schwerer	3,44340		COLIE. ROBISTO
Blausäuredampf	0,94760		GAY - LUSSIC
mausauredamp.	0,93740	_	MEINECKE
	0,93590		GMELIN
Chlorcyandampf	2,15300		MEINECKE

^{&#}x27;1 Ann. Chim. Phys. 1826. Dec. 1927. Jan. Dümas hat mehrere mungen mitgetheilt. Sein Verfahren scheint mir aber keine greße igkeit zu geben.

^{2 8.} Dampf. Th. II. 8. 591.

⁵ Rbend. H. S. 894.

. Bibber ist das specifische Gewicht der Gase in Vergleichung mit atmosphärischer Laft, letztere als Einheit angenommen, untersucht. Es ist indefs-in vielfacher Hinsicht nothwendig, das Verhähnis der Dichtigkeit zwischen der atmosphärischen Luft · und Wasser genau zu kennen, und es war daher ein verdienstliches Unternehmen von Bior und Anago, dass sie diese Bestimmung mit größter Sorgfalt aufzufinden sich bemüheten. ganze hierzu erforderliche und mit hinlänglicher Ausführlichkeit beschriebene 1 Verfahren besteht darin, dals man einen Ballon zumst mit destillirtem Wasser und nachher mit trockner atmosphärischer Luft gefüllt genau wiegt, die oben mitgetheilten Correctionen für die Ausdehnung durch Wärme und den aerostatischen Gewichtsverlust berücksichtigt, und dann das corrigirte Gewicht der Luft durch das corrigirte Gewicht des Wassers dividirt, wodurch das specifische Gewicht der ersteren gefunden wird. De das Verfahren übrigens einfach ist, und die dabei zu befolgenden Regeln schon im Vonigen mitgetheilt sind, so scheint es mir genügend, hier bloss die erhaltenen Resultate mitzutheilen, wobei ich noch bemerken will, dass bei jenen Versuchen die in Frankreich festgesetzte Normalbestimmung berücksichtigt wurde, wonach ein Cubik - Centimeter reines Wasser im Puncte seiner größten Dichtigkeit genau 1 Gramm wiegt. Indem aber der Punct der grolsten Dichtigkeit des Wassers durch Bior bei 3°,42 C. gesetzt wird, und diese Bestimmung von der oben mitgetheilten = 3°,78 C. um eine nur unbedeutende Grosse abweicht, so konnen hier unbedenklich die von ihm gefundenen Größen beibehalten werden.

Biot fand also das Gewicht eines Cubik-Centimeters trockne atmosphärische Lust bei 0° Temperatur = 0,001299541 Gramm, und da das Gewicht des nämlichen Malses Wasser 1 Gramm beträgt, so ist jene Größe zugleich das specifische Gewicht der Lust. Weil die Wägung aber mit Wasser und trockner Lust angestellt war, ersteres aber den Punct der größen Dichtigkeit bei 3°,42 hat, so muß die Lust um so viel mehr wiegen, als das Verhältnis der Ausdehnung des Wassers vom Puncte seiner größeten Dichtigkeit an gerechnet bis zu 0° Temperatur beträgt, oder wenn das gefundene Gewicht der Lust a heißt, die Ausdehnung

^{&#}x27;1 Biot Traité. I. 384 ff. Vergl. TRALLES bei G. XXVII. 416.

des Wassers \triangle , so ist das corrigirte Gewicht $g=a(1+\Delta)$ Brow findet für $\triangle=0.0000748$, und sonsch ist

a=0,001299541 + 0,000000097 = 0,001299638

das Gewicht der atmosphärischen Luft bei 0",76 Barometersta

und 0° Temperatur gegen Wasser bei gleicher Temperatur. De

ses Verhältnifs der Luft zum Wasser beträgt also 1
769,44, bei jedoch das Gewicht des Wassers nicht = 1 seyn kann,

bei jedoch das Gewicht des Wassers nicht = 1 seyn kam, i sosern es nicht im Puncte der grüsten Dichtigkeit sich besinis sondern nach Bior = 0,999925 gesetzt wird. Soll aber it trockne atmosphärische Lust mit Wasser im Puncte seiner gritten Dichtigkeit verglichen werden, so wird sich dieselbe wer viel ausdehnen, als der Einsluss der Temperatur von 37,2% beträgt, oder es ist

 $\alpha = \frac{0,001299541}{1 + 0,00375 \times 3^{\circ}, 42} = 0,00128308 = \frac{1}{779,37}$

das eigentliche specifische Gewicht der Luft gegen Wasser

Betrachtet man den Unterschied der drei nach einander = getheilten Größen, so ergieht sich daraus augenfällig, daß Einfluss der Temperatur bei Wasser und Luft, und die Bestemung des Punctes der größten Dichtigkeit des Wassers von mick ganz geringem Einflusse sind. Es scheint mir daher für die Fesstellung dieser so oft in Anwendung kommenden Großen nick überslüssig, die durch Bior und Anago gefundenen Gris pach denjenigen Werthen abermals zu berechnen, welche stdem genauer gefunden sind, und auch sonst in diesem Web überall in Anwendung kommen, wobei blos die Coefficient für die Ausdehnung der Luft und des Glases beibehalten waden, indem ersterer seitdem nicht verbessert ist, letzterer bei den oben erwähnten Versuchen über die Ausdehnung Flüssigkeiten abermals von mir geprüft und vollkommen genanfunden ist. Inzwischen benutze ich auch hierfür den von bei einer Glaskugel unmittelbar gefundenen Coefficienten Ausdehnung des Glases.

Die genannten französischen Physiker erhielten alsoin mit Versuchen das corrigire Gewicht des mit Wasser gehiken Ballons

^{1.} P' = 5573,792 Gramm. 2. P' = 5575,089 Gramm.

Soll hieraus das auf 0°.C. reducirte, also für die Ausdehnung des Wassers = \(\triangle \) und die des Glases corrigirte Volumen gefunden werden, so ist

$$V = \frac{P'(1+\Delta)}{1+Kt}$$

Es war aber für 1 die Temperatur = 20°,1 C. für 2 dagegen = 20°,9 C. Hiernach wird

1.
$$V = \frac{5573,792 (1 + 0.00177686)}{1 + 0.0000269446 \times 20.1} = 5580,6734$$

2.
$$V = \frac{5575,089 (1 + 0.00195974)}{1 + 0.0000269446 \times 20,9} = 5582,8707$$
Mittel = 5581,772

welches 5,581772 Liter giebt. Indem aber das Gewicht das mit trockner atmosphärischer Luft bei 0° Temperatur und 0,76 Meter Barometerhöhe gefüllten Ballons = 7,25323 Grammes gefunden war, so beträgt das Gewicht eines Liter atmosphärische Luft unter gleichen Bedingungen

und das Gewicht eines Cuhik-Centimeters Luft unter denselben Umständen

0,0012994498 Grammes.

Wird diese Größe auf Wasser bei 0° C. reducirt, also mit $(1+\Delta)$ multiplicirt, so ist Δ bei 0° C. = 0.000111 nach der oben mitgetheilten Tabelle, und das Gewicht der Luft gegen Wasser, beide bei 0° C. genommen beträgt also

$$0,0012995940 = \frac{1}{769,471}$$

Wenn man sie dagegen auf den Punct der größsten Dichtigkeit des Wassers reducirt, also durch 1+0,00375×3,78 dividirt, so erhält man

$$\frac{0,0012994498}{1,014175} = 0,00128128 = \frac{1}{780,47}$$

als das specifische Gewicht der stmosphärischen Luft.

Die erhaltene Normalgroße für das Dichtigkeitsverhältnisse der atmosphärischen Luft gegen. Wasser erfordert indeß noch einige Correctionen. Dasselbe ist nämlich erhalten in Paris unter einem Drucke der Atmosphäre, welcher durch eine auf 0° Creducirte Quecksilbersäule = 0,76 Meter gegeben war, allein

das Gewicht einer solchen Quecksilbersänle oder des Barometers wird bedingt durch die Schwere, welche nicht überall auf der Erde gleich ist, sondern mit Zunahme der Breite wächst. In Art. Schwere wird aber gezeigt werden, daß die Schwere unter dem 45sten Grade der Breite = g gesetzt unter jedem andern Breitengrade g' = $g_1(1 \rightarrow 0.0025945 \text{ Cos. } 2 \varphi)$ wird, wenn φ die Polhöhe bezeichnet. Indem aber jene Bestimmung in Paris unter $\varphi = 48^{\circ} 50' 14''$ nördlicher Breite erhalten wurde, wo alse Cos. $2 \varphi = 0.133554$ ist, so findet man jenes Dichtigksitsverhähnis für 45° N. B.

$$a' = \frac{a}{g'} = \frac{-0,0012994498}{1,000346505853} = 0,001298999689$$

Die Schwere nimmt mit der Erhebung über die Meeressläche ab, und da die Normalversuche in Paris in einer Höhe von 60 Meters über dem Meeresspiegel angestellt wurden, so müssen sie für die Abnahme der Schwere corrigirt werden. Es verhält sich aber die Schwere in der Höhe von 60 Meters zu der im Nivean des Meeres = R²: (R+60)², wenn R den Halbmesser der Erde bezeichnet, und die Normalbestimmung für a muß also mit dieser Größe dividirt werden, um sie auf die Meeressläche zu reduciren. Weil aber die 60 Meter eine kleine Größe sind in Vergleichung zu R, welches Bior zu 6366198 Meters annimmt ¹, so kann mm

$$a'' = a' \times \frac{(R + 60)^2}{R^2} = a' (1 + \frac{120}{R})$$

setzen, welches in Zahlen ausgedrückt

$$\alpha'' = 0,001298999689 \times 1,0000188495$$

= 0,00129902417

giebt, und als die normale Bestimmung für die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht der trockenen atmosphärischen Luft bei 0° C. Temperatur und 0,76 Meter Barometerstande gegen Wasser im Puncte seiner größten Dichtigkeit angesehen werden kann, und dieses giebt dann zugleich auch nach der französischen Maßbestimmung das absolute. Gewicht eines Cubikcentimeters solcher Luft in Grammen.

Aus den bisher angestellten Untersuchungen folgt, dass men nach dieser Normalbestimmung die Dichtigkeit und des Gewicht sowohl der atmosphärischen Luft als auch jeder andern Gasart

¹ Diese Bestimmung kann hier unbedenklich beibehalten werden, obgleich im Art. Erde eine wenig abweichende gefunden ist.

erhalten kann, wenn min die aus den abgeänderten Bedingungen folgenden Correctionen anbringt; welche insgesammt folgende sind: 1. Das specifische Gewicht jeder einzelnen Gasart gegen Luft, welches y heißen möge. Bei der atmosphärischen Luft ist 7 = 1 und fällt somit weg. 2. Die Ausdehnung. durch Warme, welche so bekannt ist, dass sie keiner weiterens Erläuterung bedarf. Sie wird für Centesimalgrade durch den: Ansdehnungsfactor 0,00375 t negeben. 3. Der wechselnde Barometerstand; denn da die Normalbestimmung bei 0,76 Metert gefunden ist, so erfordert dieser Umstand den Factor m wenn des auf: 199.C. Temperatur wegen der Ausdehnung des Quecksilbers! dutch Warme corrigirte Barometer in Meteor = m abgelesent wird, oder 336,905 wenn der gleichfalls corrigirte Stand des selhen in Par, Lin, = h ausgedrückt wird. .. Diese drei Correct tionen sind viel zu bedeutend, als dass sie bei genauen Versu chen jemals wernachlässigt werden dürften: Weniger ist dieses! der Fall/bei den folgenden ; welche wegen ihres geringen Eitflusses nur bei sehr genauen Bestimmungen berücksichtigt werden müssen. 4. Die an Bedeutsamkeit nachstfolgende betrifft? den Fenchtigkeitszustand der Gasarten, indem ihnen hiernach; allezeit ein gewisser größerer oder geringerer Theil Wasserdampf beigemischt seyn kann. Wird die Sache im Allgemeinen: genommen, so muss bei den Bestimmungen der Dichtigkeiten und der Gewichte gegebener Voluminum von Gasen in manchen Fällen nicht blos auf den enthaltenen Antheil von Wasserdampf, sondern zuweilen auch von Dämpfen anderer Pfässigkeiten, z.B. Weingeist, Aether u. s. w. Rücksicht genommen werden, welches letzteres jedoch selten der Fall ist, und lassen sich dann die hierfür erforderlichen Correctionen leicht aus den für Wasserdampf mitzutheilenden Regeln entnehmen. In Rücksicht auf diesen kann auf zwieierlei Weise verfahren werden, wenn nur zuvor der Feuchtigkeitszustand der Gasarten genau ausgemittelt ist, indem man sie keineswegs ohne Einschränkung mit Dampf gesättigt betrachten darf. Auf welche Weise jener zu finden sey, wird im Art. Hygrometer gezeigt werden, und es genügt hier nur kurz zu bemerken, dass man am sichersten diejenige Temperatur suchen muss, bei welcher ein Niederschlag des

Wasserdampfes erfolgt, welches dann zugleich angiebt, wie

weit sie damit gesättigt ist. Hat man diese Temperatur geimden, so giebt die oben 1 mitgetheilte Tubelle für die Klasticitk des Wasserdampfes diese in Par. Zollen unmittelbar an, wobi die dortigen Grade der achtzigtheiligen Scale leicht auf Centesimalgrade reducirt werden konnen. Indem aber die Dichtigkeit der Dämpfe i derjenigen der atmosphärischen Luft betrig, so muss des Gewicht und die Dichtigkeit der Gase um 1 durch den enthaltenen Wasserdampf vermehrt werden, wenn e de Elasticität des Wasserdampfes bezeichnet, welche Größe als abgezogen werden muss, wenn man das eigentliche Gewicht und die Dichtigkeit des untersuchten Gases zu wissen verlangt Hieraus wird also der Factor (h +++ ‡ s) erklärlich. Man kan indels, sobald nur diejenige Temperatur gefunden ist, welche dem Sättigungspuncte der Luft mit Wasserdampfe zugehört, 200 der für die Dichtigkeiten des Wasserdampfes berechneten Tahelle 2 das Verhältnis dieser zu der atmosphärischen Luft bei O Temperatur und 28 Z. Barometerstand unmittelbar entnehmen, und das gefundene Gewicht der Luft oder des Gass mit (1 - 8) multipliciren, wenn 8 die Dichtigkeit des Wasser dampfes bezeichnet, um das eigentliche Gewicht und die Dichtigkeit der Luft zu finden. Ist es der Fall, dass Luft oder Gearten mit Alkoholdampf oder-Schwefelätherdampf gemischt sind so lälst sich aus dem berechneten Dichtigkeitsverhältnisse derselben 3 gleichfalls der Antheil finden, welcher von einem diesel Dämpfe sich in dem Gefälse befindet, und nach Abzug desselhen ergiebt sich dann leicht die zurückbleibende Menge der atmosphärischen Luft. 5. Der Einflufs der geographischen Breite auf die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft oder der Gasaten ist oben bei der Reduction der Pariser Versuche genügend aläutert, so dels der hieraus folgende Coefficient (1-9,0025945 Cas. 2 q), worin q die Polhohe bedoutet, keine weiters Erkirung bedarf. 6. Endlich nimmt die Dichtigkeit und das Gewickt der Luft und Gaserten der, mit der Höhe abnehmenden, Schwee proportional ab, weswegen auch die oben angegebenen Pane Normalversuche für die Erhebung des Ortes, wo sie angestellt sind, über dem Meeresspiegel corrigirt werden muisten. Indea

^{1 8.} Th. II. 8. 351,

² S. Th. II. 8.,385.

⁸ S. Th. H. S. 392 u. 395.

Specifisches der Gasarten. 451	5:
aber hiernach die gefundene Größe als Normalbestimmung fi das Niveau des Meeres gilt, so mus jede andere Bestimmun im Verhältnis des Erdhalbmessers zu diesem, vermehrt um d Hithe des gegebenen Ortes, genommen werden, oder die No	og ie In
malbestimmung muß mit dem Factor $\frac{R^2}{(R+\bar{e})^2}$ multiplicirt we	ĻŦ,
den, wenn R der mittlere Halbmesser der Erde und e die Erhe bung über den Meeresspiegel bezeichnet. Weil aber e alleze sehr klein gegen R ist, so genügt es für die gewöhnlichen Fäl zur leichteren Berechnung die Division nur bis zum zweite	est eit le en
Gliede fortzusetzen, und also $1 - \frac{2e}{R}$ als Factor anzuwende	Ħ,
Werden diesemnach alle die genannten Correctionen einen gemeinschaftlichen Ausdruck aufgenommen, und bezeich met man die Dichtigkeit oder das specifische, auch nach französischen Maße in Grammen	
das absolute, Gewicht	i
jeder beliebigen Gasart durch	Q.
des specifische Gewicht einer jeden gegen trockne atmosphärische Luft als Einheit durch	7
die Temperatur in Centesimalgraden	•
die Elegticität des Wasserdampfes durch	
den auf 0° der Temperatur des Quecksilbers reducirten	
Barometerstand in Par, Lin.	h
die Polhone	φ.
die Ethebung über den Meeresspiegel in Toisen	•
den Halbmesser der Erde == 3266266 † · · , , ,	\mathbf{R}
so ist allgemein	
$70,00129902417 \text{ h}(1-\frac{3}{8})\left(1-\frac{2e}{R}\right)(1-0,0025945\cos 2)$!φ) :
$\alpha = \frac{336,905 (1 + 0,00375 t)}{336,905 (1 + 0,00375 t)}$	T.
Hierin ist y für atmosphärische Luft = 1 und fällt also we bei trockenen Gasen wird auch	g; die
Erbehung und Breitengrade sind in malsigen Höhen und mittl	

Hierin ist z für atmosphärische Luft = 1 und fällt also weg; bei trockenen Gasen wird auch z = 0, die Coefficienten für die Erhebung und Breitengrade sind in mälsigen Höhen und mittlezen Breiten sehr klein, so dals sie füglich vernachlässigt werden können, und man erhält also für atmosphärische Luft

 $\alpha = \frac{0,00129902417 \text{ h}}{336,905(1+0,00375 \text{ t})}$

für jede andere Gesart unter gleichen Bedingungen

$a' = \frac{\gamma.0,00129902417. \text{ h}}{336,905 (1+0,003751)}.$

Es würde nicht zweckwidrig seyn, das specifische Ge der verschiedenen Gasarten gegen Wasser zu berechner : einer Tabelle zusammenzustellen, so wie dieses oben hie lich ihres Verhältnisses zu der atmosphärischen Luft als Ei geschehen ist. Indem aber alle Gase auf gleiche Weise a atmosphärische Luft durch Wärme ausgedehnt und dent mehrten Lustdruck ausammengedrückt werden, bei der Be mung ihres verhältnismässigen Gewichtes gegen die atme rische Lust aber vorausgesetzt wird, dass beide unter gle Luftdrucke und bei gleicher Temperatur mit einander vergi sind, so wirde hierzu weiter nichts erfordert werden, so. ehen gefundene Normalbestimmung für die atmosphis Luft = a mit der Zahl des specif. Gewichtes der Gau: wie sie in der oben mitgetheilten Tabelle enthalten sid. multipliciren, um ihr specifisches Gewicht $\alpha' = \gamma \alpha$ gegen Vser zu erhalten. .Weil diese Bestimmungen aber selten is: wendung kommen und erforderlichen Falls durch eine ein Multiplication leicht zu erhalten sind, so scheint mit das haltende Resultat mit dem erforderlichen Raume und der # gen Zeit nicht in. Verhältnis zu stehen, um diese Mit übernehmen.

B. Specifisches Gewicht der tropfbat Flüssigkeiten.

Die Aufgabe, das specifische Gewicht zu bestimmen im vorzugsweise häufig bei tropfbaren Flüssigkeiten in Bende weil deren Güte und Reinheit hauptsächlich hieraus der wird. Eben daher hat man auch eine sehr große Menge Apparaten erdacht, welche in Art. Araeometer aussühlich schrieben sind, um diese Bestimmung schnell und mit sehr geringen Aufwande von Zeit und Mühe zu erhalten, bei vielen wird dieses nur auf Kosten der Genauigkeit em Weil aber alle diese Apparate eine ihnen eigenthümlich mende Behandlung erfordern, so ist es nothwendig, die schiedenen Arten derselben einzeln zu betrachten, wobei mich indes bloß auf die vier gebräuchlichsten beschinkt.

lem die übrigen zu unvollkommen sind, als dass es sich der Mühe belohnte, Regeln für ihren Gebrauch aufzustellen.

1. Das Aräometer mit fester Scale wird am häufigsten angewandt, weil es allerdings das bequemste ist, und die Dichtigkeiten der Flüssigkeiten durch blosses Ablesen unmittelbar giebt 1; allein es ist zugleich so unvollkommen, dass es sich nicht der Mühe lohnt, Regeln für seinen Gebrauch und die Methode anzugeben, wie man durch diese Apparate das specifische Gewicht der Flüssigkeiten finden könne. Sie werden daher auch nur zum praktischen Gebrauche benutzt, namentlich zur Prüfung der Güte des Branntweins, der Salzsolen, Salpeterlaugen u. s. w., und für diesen Behuf am besten empirisch graduirt. Weil aber alle Flüssigkeiten durch Wärme bedeutend ausgedehnt werden, die Stärke dieser Ausdehnung aber nicht von allen bekannt ist, so wird bei den Angaben des gefundenen spec. Gew. in der Regel die Temperatur zugleich mit genannt, bei welcher dasselbe beobachtet wurde. Manche pflegen hierbei auch den Barometerstand zur Zeit der Beobachtung mit anzugeben, allein man begreift leicht, dass dieser hierbei ohne allen Kennt man übrigens das Gesetz der Ausdehnung Einsluss ist. der untersuchten Flüssigkeit durch Wärme, und darf man darauf rechnen, dass das spec. Gew. durch das Aräometer hinlänglich genau und richtig gefunden sey, so lässt sich dieses leicht auf 0° Temperatur und den Punct der größten Dichtigkeit des

Wassers reduciren, wenn man die gesundene Größe mit 1+△′ multiplicirt, worin △′ die Ausdehnung der Flüssigkeit durch Wärme bezeichnet. Diejenigen Aräometer, deren man sich im Handel zur Prüfung des Gehaltes an Spiritus in dem verkäuslichen Branntweine bedient, haben meistens zugleich eine Tabelle zur Correction der Ausdehnung durch Wärme; für den technischen Gebrauch ist es aber am besten, eine bestimmte Normal-Temperatur von etwa 15° bis 20° C. festzusetzen, wobei die Probe angestellt werden muß, und die man zu jeder Jahreszeit leicht erhalten kann.

2. Ungleich besser und einen weit höheren Grad der Genaugkeit gebend sind die Araometer mit veränderlichen Ge-

¹ Araeometer Th. L S. 351 bis 880.

wichten oder die sogehannten Gravimeter 4 Da ich del struction derselben im Art. Arasometer ausführlich mit angegeben habe, so bemerke ich über ihren Gebrach al Man verlangt von einem solchen Werkzene. sein Gebrauch einfach und das damit gesuchte Resakt ohne weitläuftige Rechnungen zu erhalten seyn soll li Forderung genügt dasselbe vollständig, indem es die special Gewichte der Flüssigkeiten unmittelbar bis auf 0,0001 mil wohl weiter giebt, also völlig so weit; als man deren Be mung gewöhnlich verlangt. Um hierbei alle möglichen a tionen zu vermeiden, wird dasselbe für eine zwischen !? höchstens 20° C. liegende Temperatur, meistens für 15'1 16° C. gegen Wasser abgewogen, und die nachhengen & mungen des spec. Gew. der Flüssigkeiten werden bei eine! chen Temperatur vorgenommen; wodurch man das Verial beider gegen einander bei gleicher Temperatur erhält. Zu sem Ende wird das durch G. G. SCHMIDT und CIARCI TE serte, von FAHRENHEIT erfundene, Arnometer so vere dals es bis an das in der Mitte des dunnen Halses angeles Knöpfchen in destillirtem Regenwasser bei der angegebt Temperatur einsinkt, und dabei so eingerichtet, daß der ? körper selbst 700 Gewichttheile wiegt und zum Einsinken 300 solcher Gewichttheile aufgelegt werden müssen, dant Gesammtgewicht beim Einsenken in reines Wasser 1000 1,000 Gewichttheile betrage, in andern Flüssigkeiten abel etwa 1300 oder 1,300 vermehrt werden könne, und de 4 rat auf diese Weise für die leichteste Flüssigkeit, den bei bis zu den leichteren Säuren und Salzsolutionen noch ha bar sey. Dass man alsdann eine andere Birn mit Queds anzuhängen pflegt, mit welcher das Gesammigewicht des 4 rates 1200 Gewichttheile wiegt, um ihn auch für die scho sten Solutionen bis zur Schwefelsäure hinauf gebrauches ny nen, ist schon bei seiner Beschreibung erwähnt. Inden das Instrument in jeder Flüssigkeit, in welche es eingetands ein ganz gleiches Volumen aus der Stelle verdrängt, die per fischen Gewichte aber bei gleichem Volumen sich verhaltes die absoluten Gewichte, so ist $\pi = \frac{\Pi}{\tilde{p}}$ wenn π das spec \tilde{b}^{π}

^{1 8.} Th. i. s. \$80 ff.

der Flüssigkeit. II ihr absolutes Gewicht und P das des Wassers bezeichnet, oder aber da II durch das Totalgewicht des Apparates unmittelbar gegeben wird, P aber = 1 oder = 1000 ist, so findet man $\pi = \Pi$ unmittelbar. Es werde z. B. das Instrument, welches ohne aufgelegte Gewichte 700 Gewichttheile wiegen moge, in Aether eingesenkt, und bedürse bei derjenigen Normaltemperatur, bei welcher es in reinem Wasser bis an das kleine Knöpfchen an seinem Halse mit aufgelegten 300 Gewichttheilchen einsank, jetzt nur 25 auf das obere Schälchen gelegte Gewichttheilchen, um eben so tief einzusinken, so wäre das spec. Gew. des Aethers = 0,725 oder = 725, das des destillirten Wassers = 1 oder = 1000 gesetzt. In einem anderen Falle werde dasselbe in mineralisches Wasser gleichfalls bei der angenommenen Normaltemperatur eingesenkt, und bedürfe 301,25 Gewichttheilchen, um genau bis an das Knöpfchen einzusinken. so ware das spec. Gew. = 1,00125 oder = 1001,25 nach der einen oder anderen jener Bezeichnungsarten 1.

Bei weitem in den meisten Fällen bedarf und verlangt man die Bestimmung des specifischen Gewichtes nicht genauer, als sie hiernach unmittelbar gefunden wird, und da das angegebene Verfahren so außerordentlich leicht ist, so muß man sich wundern, dass dieses Araometer nicht unlängst diejenigen mit festen Scalen verdrängt hat, welche kaum mehr als den hundertsten Theil dieser Genauigkeit erreichen. Sollen dagegen die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten auf 0° Temperatur und Wasser im Puncte seiner größten Dichtigkeit reducirt werden, so müßten die Ausdehnungen derselben durch Wärme bekannt seyn, um hiernach die unmittelbar erhaltenen Größen zu corrigiren, welches indels bis jetzt bei den wenigsten Bestimmungen mit dem erforderlichen Grade von Genauigkeit der Fall gewesen ist. Man kann inzwischen mit diesem Werkzeuge die Ausdehnung der Flüssigkeiten durch Wärme mit einem nicht geringen Grade von Genauigkeit finden, wie dieses namentlich durch CHARLES mit einem vorzüglich gut verfertigten, von ihm hydromêtre

¹ Da sich nach meinen neuesten Versuchen die Dichtigkeit des Wassers swischen 8° und 4° nicht merklich ändert, so wäre es rathsam und nicht schwierig, dieses Instrument bei dieser Temperatur zu graduiren, um die Dichtigkeit der Flüssigkeiten gegen Wasser im Puncte seiner größeten Dichtigkeit unmittelbar zu erhalten.

thermométrique genannten Apparate geschehen ist! man also das Instrument in destillirtem Regenwasser bei Températur = t Graden C. genau abgeglichen, und su wicht = P gefunden (wobei auf den aërostatischen Einstelle Rücksicht zu nehmen nöthig ist, weil dieser beim Einstelle beide Flüssigkeiten derselbe bleibt, und sich daher von scompensirt), so ist dieses um so viel zu groß, als die Annung des Glases bei der Temperatur beträgt, muß alse (1+Kt) dividirt werden, wenn K die cubische Auslehdes Glases bezeichnet; dagegen ist es um so viel zu kleidie Ausdehnung des Wassers vom Puncte seiner größstelltigkeit bis zur Temperatur t beträgt, muß also mit (1+ multiplicirt werden, wenn \(\triangle \) diese bekannte, in der ober getheilten Tabelle enthaltene Größe bezeichnet. Hieraus also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wenten also das c

$$P' = P \frac{1 + \Delta}{1 + Kt}$$

Wird dann das Instrument in die zu untersuchende Flüsigesenkt, und sein Gewicht $= \Pi$ gefunden, so ist dies gleiche Weise corrigirt, wenn \triangle' die Ausdehnung diese sigkeit und t' die Temperatur bezeichnet, wobei die Mes vorgenommen wird:

$$\Pi' = \Pi \frac{1 + \Delta'}{1 + Kt'}$$

and indem $\frac{\Pi'}{P} = \pi$ das specifische Gewicht der unterset

Flüssigkeit bei 0° Temperatur gegen Wasser im Puncte z größten Dichtigkeit bezeichnet, so ist

$$\pi = \frac{\Pi(1+\triangle')(1+Kt)}{P(1+\triangle)(1+Kt)}$$

und wenn t=t'ist, oder beide Wägungen bei der name. Temperatur angestellt wurden, so ist

$$\pi = \frac{\Pi(1 + \Delta')}{P(1 + \Delta)}$$

folglich unter der Voraussetzung einer nahe gleichen oder

nein für die Berechnung mit, indes halte ich die ähalishen.

Texte enthaltenen, für zweckmäseiger.

destens für diese Bestimmung nicht messbar verschiedenen Ausdehnung beider Flüssigkeiten

$$n = \frac{\Pi}{P}$$

wie das specifische Gewicht gewöhnlich bestimmt zu werden pflegt, und zwar mit einer solchen Genauigkeit, als meistens bei den unvermeidlichen Fehlern solcher Versuche möglich ist ¹. Dabei versteht es sich von selbst, daß der eigentliche Werth von π nicht gefunden werden kann, so lange die Größe Δ' unbekannt ist.

Man kann indess die Ausdehnung der Flüssigkeiten oder den Werth von Δ' durch mehrere Wägungen sinden, und hierzu ist bloss erforderlich das verhältnismässige specisische Gewicht derselben, ohne Rücksicht auf das des Wassers, bei verschiedenen Temperaturen zu suchen. Dieses erhält man ohne weitere Correction als diejenige, welche die Ausdehnung des Glases erfordert, oder mit andern Worten, das corrigirte Gewicht $\Pi' = \frac{\Pi}{1+Kt}$ nach der vorigen Bedeutung dieser Buchstaben. Sind demnach sür die Temperaturen $t; t'; t''; t'''; t^{uv}$ die corrigirten Gewichte $\Pi'; \Pi''; \Pi'''; \Pi^{vv}; \Pi^{v}$ gesunden, so verhalten sich bekanntlich die specisischen Gewichte umgekehrt wie die Volumina, also

$$\Pi' \colon \Pi'' = V'' \colon V' \text{ und } V'' = V' \frac{\Pi'}{\Pi''}$$

Eben so ist

$$V'' - V' = \triangle V'' = V' \left(\frac{\Pi'}{\Pi'} - 1\right) \text{ für } t' - t = \delta t'$$

$$V''' - V' = \triangle V'^{\lambda} = V' \left(\frac{\Pi'}{\Pi''} - 1\right) \text{ für } t'' - t = \delta t''$$

$$V^{xy} - V' = \triangle V^{xy} = V' \left(\frac{\Pi'}{\Pi^{xy}} - 1\right) \text{ für } t''' - t = \delta t'''$$

¹ Hätte das Wasser seinen Punkt der größten Dichtigkeit bei 0° C., oder würde es als Regel angenommen, beide Flüssigkeiten bei 0° Tempepatur oder bei 3°,78 C. als dem Puncte der größten Dichtigkeit des Wassers zu vergleichen, so durste man die Wägungen nur bei einer von diesen Temperaturen anstellen, um ohne Correctionen richtige Resultate zu erhalten.

$$V^{\tau} - V' = \triangle V^{\tau} = V' \left(\frac{\Pi'}{\Pi'} - 1 \right) \text{ für } t^{\tau} - t = \delta t^{\tau}$$

Nimmt man hierin V'= 1 und formirt vier Gleichungen

 $\triangle V'' = a\delta t' + b\delta t'^2 + c\delta t'^3 + d\delta t'^4$

 $\triangle V''' = a\delta t'' + b\delta t''^2 + c\delta t'''^3 + d\delta t''^4$

 $\triangle V^{17} = a \delta t^{\prime\prime\prime} + b \delta t^{\prime\prime\prime2} + c \delta t^{\prime\prime\prime3} + d \delta t^{\prime\prime\prime4}$ $\triangle V^{7} = a \delta t^{17} + b \delta t^{172} + c \delta t^{173} + d \delta t^{174}$

eliminirt hieraus nach der Methode der kleinsten Quadrate dunbekannten Factoren a; b; c; d, so erhält man

 $\triangle V = at + bt^2 + ct^3 + dt^4$

als allgemeine Gleichung für die Ausdehnung der Flüssigke durch Wärme, das Volumen derselben bei to C = 1 genom men, für die Temperaturgrade über diesem Puncte. Wird ent lich der Werth von t negativ genommen in die Formel gesett hierfür \(\Delta V \) gesucht und von 1 abgezogen, so giebt dieses de Volumen der Flüssigkeit bei 0° C., und alle Coefficienten zi dieser Zahl dividirt macht die Formel geeignet, die Volumen-Vermehrung der Flüssigkeit, ihr Volumen bei 0° C. = 1 ge setzt, allgemein zu berechnen. Wurde die erste Messung bi 0°C. angestellt, oder ist t = 0, so ist V' = 1 und die letze Reduction der Beobachtungen wird überflüssig. Ob übriges diese Méthode völlig genaue Resultate gebe, mögte ich desegen bezweifeln, weil jede ruhig stehende Flüssigkeit sich horizontale Schichten von ungleicher Dichtigkeit trennt, dass die scharse Bestimmung der Temperatur nicht gut miglich ist 1.

3. Hombebe's Aräometer ist seit seiner ersten Bekandwerdung unglaublich oft verändert, welches wohl ohne Zweiß für seine Brauchbarkeit im Allgemeinen zeugt. Die meister glaubten das Werkzeug zu verbessern, allein es unterliegt sicher keinem Zweisel, dass es in seiner ursprünglichen Gestalt bei weitem die genauesten und sichersten Resultate giebt, wome ich mich durch eigene zahlreiche Ersahrungen vollkommen im.

¹ Die Methode ist mehrmals, namentlich zuletzt durch Haumer zur Bestimmung der Ausdehnung des Wassers mit großem Fleiße wieler Sorgfalt in Anwendung gebracht. S. G. LXXVII. 12 Uebrigens kann alles hier Gesagte auch auf die Senkwage von Taute angewandt werden, welche oben Th. 1. S. 390 beschrieben ist, and in halte es daher für überflüssig, ihr einen besonderen Abschaft widmen.

zeugt habe 1. Es muss aber das am gehörigen Orte beschriebene und abgebildete Gläschen, worin sowohl das Wasser als auch die zu bestimmende Flüssigkeit gewogen wird, ganz dünn an der Lampe geblasen seyn, hochstens einen Cubikzoll Wasser fassen, ja ich mögte denen, welche häufig in der Lage sind, das specifische Gewicht der Flüssigkeiten bestimmen zu müssen, wovon oft nur geringe Quantitäten vorhanden sind, rathen, sich solche Gläschen von verschiedenen Inhalte, als etwa einem, einem halben, einem Viertel, und wohl auch einem Achtel Cubikzolle anzuschaffen, und endlich muß das zum Eingielsen der Flüssigkeit bestimmte Trichterchen sowohl, als auch das zum Entweichen der Luft dienende Röhrchen ein feines Haarröhrchen von etwa 0,2 bis höchstens 0,4 Lin. Durchmesser seyn. So viel ist allerdings gewiss, dass das Füllen eines solchen Gläschens mit Vorsicht geschehen muß, damit das kleine Trichterchen nicht überläuft, auch muss man Sorge tragen, dass keine Feuchtigkeit in das zum Entweichen der Lust bestimmte Haarröhrchen dringt, weil sonst der atmosphärische Lustdruck das weitere Einsließen der Flüssigkeit hindert, endlich ist auch das Reinigen des gebrauchten Gläschens etwas mühsam; allein Mühe und Vorsicht darf der Physiker nicht in Anschlag bringen, sobald er nur genaue Resultate erhält.

Auf welche Weise vermittelst dieses Gläschens das specifische Gewicht der Flüssigkeiten gefunden werde, und welche Regeln dabei zu befolgen sind, dieses ergiebt sich aus den hierüber bestehenden Gesetzen. Indem nämlich der Raum im Innern dieses Gläschens bis an das kleine Knöpfchen am Halse des Trichters und ein gleiches am Haarröhrchen als stets unverän-

Ddddd 2

¹ Vergl. Aracometer Th. 1. S. 391. Ganz vor Kurzem ist der Gebrauch der durch Fischer in seinem Handbuche d. mechan. Naturlehre empfohlenen Gläser mit eingeschmirgeltem Stöpsel als vorzüglich sicher dargestellt. S. Eytelwein Handb. der Hydrostatik u. s. w. Berl. 1826. S. 73. Allein man begreift bald, dass ein etwas großes und dickes Glas mit einem massiven Glasstöpsel unmöglich große Schärfe des Gewichtes geben kann. Außerdem ist es unmöglich, das Glas genau sozu füllen, dass der Stöpsel dasselbe verschließet, ohne die Flüssigkeit zu comprimiren, dadurch das Glas auszudehnen und einen Theil der Flüssigkeit neben sich heraufzudrängen, dessen Wegwischen die Temperatur ändert, das Glas beschmutzt u. s. w. Besser wäre das durch Wasenmann empfohlene Zudecken des Gläschens mit einer Scheibe, wenn sich dann nicht die Flüssigkeit zwischen diese und den Rand drängte.

dert angesehen wird, so darf man dasselbe nur bis an dies be chen zuerst mit destillirtem Wasser füllen und dessen Grod = P bestimmen, dann nach vollständigem Trocknen mit des prüfenden Flüssigkeit, und deren Gewicht = II gleichfalls bestimmen, so verhalten sich die specifischen Gewichte bei ge chem Volumen wie die Dientigkeiten oder wie die absolut Gewichte, und es ist also

 $\pi = \frac{\Pi}{P}$

Es folgen hieraus sogleich drei unmittelbar bei der Sache gende Vorsichtsregeln. Zuerst nämlich müssen beide Volum völlig gleich seyn. Um dieses zu erreichen, darf man me hin sehen, dass beim Einfüllen beide Flüssigkeiten genan bit die Knöpfchen reichen. Allein bei der Feinheit des Weise ges bringt der letzte zugegossene Tropsen oft schon eine mi liche Erhöhung der Flüssigkeit im kleinen Trichterchen bem ohne dass sie nach den Gesetzen der Capillarität sich übe Ende des Haarröhrchens an der Seite des Gläschens end kann.' Dieser letztere Umstand erleichtert gar sehr die Geme keit der Wägung. Hat man nämlich das etwas überfüllte Ge chen einige Zeit ruhig hingestellt, damit es genau die Tempe tur der Umgebung annimmt, so darf man nur mit der Spime nes Stückchens Fliesspapier den Ueberschussder Flüssigkeit 45 nehmen, um die Anfüllung bis an das Knitpfehen genau ne halten. Die zweite Vorsichtsregel ist, dasur zu sorgen, & keine Luftbläschen im Glase bleiben, welches sich so sehr selbst versteht, dass es keiner weiteren Erklärung bedaf, entfernen sich dieselben bei völliger Reinheit des Gläschen beim langsamen Eingielsen nach meinen Erfahrungen ohne tere Mühe von selbst. Drittens muss das Gläschen bei be-Wägungen vorher genau tarirt seyn, weil sonst ein leicht meidlicher Fehler entstehen würde, wie sich aus dem Folg den ergeben wird.

Wenn man nichts weiter beabsichtigt, als das species Gewicht mit derjenigen Genauigkeit zu erhalten, wie diese der Regel gefordert zu werden pflegt, so ist der Gebraucht Apparates sehr einfach. Zu diesem Ende wird das Gläschers einer jederzeit leicht zu erhaltenden Normaltemperatur von en 15° bis höchstens 20° C. auf einer feinen Waage tarit, sidasjenige Gewichtstück, welches zu dieser Tara gehört,

mit dem Worte Tara bezeichnet, und jederzeit hierzu gebraucht. Alsdann wird es bis an die Knopfchen bei der angenommenen Normaltemperatur mit destillirtem Wasser gefüllt, und mit dem hierzu gehörigen Gewichte abermals auf der Waage ins Gleichgewicht gebracht. Das erhaltene Totalgewicht wird dann halbirt, die eine Halfte mit 500 bezeichnet, die andere wieder halbirt, und jede Hälfte mit 250 bezeichnet und endlich werden durch genaue Wägungen Gewichtstücke verfertigt, welche 100; 50; 25; 10; 5; 1; 0.5; 0.3; 0.2; 0.1 der Einheit des zu 1000 angenommenen Totalgewichtes wiegen. Bei jeder nachfolgenden Bestimmung des specifischen Gewichtes einer Flüssigkeit fällt dann die Wägung des Wassers weg, man füllet bei der bestimmten Normaltemperatur das Gläschen mit der zu bestimmenden Flüssigkeit, setzt dasselbe nach aufgelegter Tara auf die Wagschale, läst es eine so lange Zeit ruhig stehen, als erforderlich ist, damit es die Temperatur der Umgebung annehane, nimmt mit einer Spitze Fliesspapier den Ueberschuss der Flüssigkeit weg, bis sie genau an die Knöpschen reicht, legt die erforderlichen Gewichte bis zum Einstehen der Waage auf, und lieset nach diesen das specifische Gewicht ab, welches in diesem Falle dem absoluten Gewichte bei gleichem Volumen direct proportional ist. Bei der Angabe des so gesundenen specisischen Gewichtes pflegt dann die Temperatur mit genannt zu werden, bei welcher dasselbe erhalten wurde, um dasselbe hiernach zu corrigiren, und ebenso wird auch meistens der Barometerstand mit genannt, weil auch dieser eine, wenn gleich unbedeutende Correction bedingt.

Verlangt man nämlich das specifische Gewicht der Flüssigkeiten mit grösster Schärfe für 0° Temperatur gegen Wasser im
Puncte seiner grössten Dichtigkeit, so werden mehrere Correctionen erfordert, welche ich zur leichteren Uebersicht einzeln
erläutere. Zuerst müßte das Gläschen für Wasser und auch für
jede andere Flüssigkeit sowohl luftleer als auch im luftleeren
Raume gewogen werden, um seine richtige Tara zu erhalten.
Indem aber die Masse des Gläschens sehr dünn ist, folglich das
Gewicht der in demselben enthaltenen Luft nur wenig von dem
der aus der Stelle getriebenen verschieden ist, beide aber bei
der Tarirung entgegengesetzt wirken, so können sie süglich vernachlässigt werden, selbst in demjenigen Falle, wenn die Wägung des Wassers und der Flüssigkeit bei ungleicher Wärme und

verschiedenem Barometerstande angestellt würden. Um diest zu zeigen, darf man nur die im Gläschen enthaltene Lust alle berücksichtigen, welche sowohl durch das hineingeschützt Wasser als auch durch die nachher gewogene Flüssigkeit wit trieben wird. Wenn man sie nicht berücksichtigt, findet sit das Verhältnis beider Flüssigkeiten oder das specifische Gewisder untersuchten gegen Wasser $\pi = \frac{II}{P}$, wenn II und P gefundene absolute Gewicht der Flüssigkeit und des Wasserste zeichnen. Wollte man dagegen die aus dem Gläschen wirdrängte Lust berücksichtigen, diese bei beiden Wägungen gleit

gesetzt und durch α bezeichnet, so wäre $\pi = \frac{\Pi + \alpha}{P + \alpha} = \frac{\Pi}{P} - \frac{\alpha (\Pi - P)}{P (P + \alpha)}$

Indem aber $\frac{\alpha}{P}$ ohngefahr = 0,00129 ist, das Wasser als Ei-

heit genommen, $\frac{(\Pi - P)}{(P + a)}$ aber bei den bis jetzt bekannte

Flüssigkeiten ausser Quecksilber nie =1 werden kann, so gek schon hieraus hervor, dass bei gewöhnlichen Bestimmunges wenn Π — P etwa 0, 2 beträgt, ja in den meisten Fällen noch weniger, diese Correction von keinem merklichen Einflusse ist. Darf man aber die Glasmasse als verschwindend klein gegen den cubischen Inhalt betrachten, und würden beide Wägungen bei gleichem oder unmerklich verschiedenem Barometer- und Thermometer- Stande angestellt, so dals man das durch das Gläschen verdrängte Luftvolumen dem in ihm enthaltenen gleichsetzen könnte, so wären die corrigirten Gewichte P' = P + a — a und $\Pi' = \Pi + a - a$, woraus das spec. Gewicht $\pi = \frac{\Pi}{P}$ als hinlänglich genau erhalten würde.

Ungleich bedeutender dagegen ist der Einflus, welde die Ausdehnung durch Wärme sowohl auf das Gläschen sels als auch auf die darin enthaltene Flüssigkeit ausübt. Es ide nämlich sehr einfach, dass das Gewicht des im Gläschen gewogenen Wassers sowohl als auch der zu prüfenden Flüssigkeit wiel größer werden muß, je größer das Gläschen selbst durch Wärmeausdehnung wird, also je mehr Flüssigkeit es hierdard zu enthalten vermag, dagegen aber so viel geringer, je stürkt

sich die Flüssigkeiten durch Warme ausdehnen. Heilst diesemnach das uncorrigirte Gewicht des Wassers P, der untersuchten Elüssigkeit Π , die corrigirten beider P' und Π'_{σ} so ist

$$\mathbf{P}' = \mathbf{P} \frac{(1 + \mathbf{K}t)}{(1 + \Delta t)} \text{ und } \Pi' = \Pi \frac{(1 + \mathbf{K}t')}{(1 + \delta t')} \text{ wenn } \mathbf{K} \text{ die Aus-}$$

dehnung des Glases, \(\triangle \) die des Wassers und \(\triangle \) die der untersuchten Plüssigkeit bei den Temperaturen t und t' bezeichnen. Hiernach ist dann das corrigirte specifische Gewicht

$$n' = \frac{\Pi (1 + \hat{K}t') (\hat{1} + \triangle t)}{P (1 + Kt) (1 + \delta t')}$$

Der einfachste und in der Regel nach der oben angegebenen Verfertigungsart des Apparates allezeit vorkommende Fall ist der, daß t' = t ist, wonach dann

$$\pi' = \frac{\Pi}{P} \left(\frac{1 + \triangle t}{1 + \delta t} \right)$$

Weil die Ausdehnungen der Flüssigkeiten nicht sehr von sinander abweichen, so folgt hieraus, dass die gefundenen uncorrigirten Gewichte gleichfalls nicht bedeutend von den corrigirten abweichen, wenn beide bei der nämlichen Temperatur erhalten sind, indels ist doch zu berücksichtigen, dals die Ausdehnung des Wassers erst von 3°,78 C. angeht, wo das Volumen desselhen im Puncte der größten Dichtigkeit = 1 gesetztwird, bei den übrigen Flüssigkeiten aber vom 0°C. an, und da die meisten stärker als Wasser ausgedehnt werden, so darf man die deswegen erforderliche Correction keineswegs als absolut und an sich unbedeutend betrachten. Bei den wenigsten Flüssigkeiten ist indess ihre Ausdehnung genügend bekannt, und der Factor 1 + St kann daher nicht füglich in Rechnung genommen werden, weswegen man sich mit genäherten Werthen behelfen muß. Dals man übrigens auch mit diesem Araometer die Ausdehnung der Flüssigkeiten finden könne, bedarf kaum erwähnt zu werden, und das Verfahren ist ganz dasselbe, als welches so then unter Nr. 2 beschrieben wurde, Indess mögte ich noch veniger rathen, diesen Apparat zur Auffindung des Werthes von d anzuwenden, weil es kaum möglich ist, die Wägungen bei hinlänglich verschiedenen, genau bestimmten Temperaturen anzustellen, wehn diese beträchtlich weit auseinander liegen sellen.

Bior und Arago bedienten sich dieses Araometers, um dis specifische Gewicht des Quecksilbers zu finden, und wandten

hierbei alle erforderlichen Correctionen an, welche unter eine etwas verschiedenen Form erscheinen, als sie oben angegebe sind, und die ich daher als Beispiel eines solchen genauen Vesuchs mittheile ¹. Ist V der Inhalt des kleinen Gläschens in Cabikcentimetern bei 0' Temperatur, P das gefundene uncorrige te Gewicht bei der Temperatur von t' Graden der Centesinskale, so ist

$$V = \frac{P(1+\Delta)}{(1-\alpha)(1+Kt')}$$

wenn \triangle die Ausdehnung des Wassers vom Puncte seiner grüten Dichtigkeit an bis zur Temperatur t', a' das Verhaltniss de Dichtigkeit der Luft bei der nämlichen Temperatur gegen Wasser und K die Ausdehnung des Glases bezeichnet. Diese Formel, welche nach dem vorhergehenden von selbst klar ist, ließs
sich zwar unmittelbar bei der Berechnung in Anwendung ben
gen, allein Brot verwandelt sie, um die Hauptgrößen vorm
zustellen, in folgende

$$V = P + P\triangle + \frac{P(1 + \triangle)(\alpha' - Kt' + \alpha' Kt')}{(1 + \alpha')(1 + Kt')}$$

Indem aber schon öben bei der Bestimmung des absoluten Gewichtes eines Cubikcentimeters Lust gezeigt ist, dass die durch Bior hiersür gefundene Größe von der nachher durch mich nach den genaueren Bestimmungen des Punctes der größten Dichtigkeit und der Ausdehnung des Wassers erhaltenen nur unmerklich abweicht, so behalte ich der Kürze wegen jene Größen bei. Es ist demnach das Gewicht eines Cubikcentimeters trockner atmosphärischer Lust bei 0° Temperatur gegen Wasser bei der nämlichen Wärme nach Bior's Bestimmung a = 0.001299541 Grammes.

Wird dieses für den Barometerstand, die Temperatur und Audehnung des Wassers corrigirt, so ist für den Barometerstand = p

$$a' = \frac{a \cdot p_{-}(1 + \triangle)}{(1 + 0.00375t')\,0.76}$$

¹ Bior Traité. I. 400. Die Bestimmungen des spec. Gew. & Luft, des Wassers und des Quecksilbers durch Biot und Arago finds man aus einer früheren Abhandlung dieser Gelehrten mitgetheilt neht verschiedenen interessanten Aumerkungen von Gilber in dessen Am-XXVI. 162.

² Die von mir gefundene Größe = 0,0012995940 weicht hieren nur unbedeutend ab.

Die Elemente für diese und die obere Formel waren:
Baroineterstand p in der ersten Beobachtung = 0,7572

- zweiten - = 0,7560

Ausdehnung des Wassers A1 erste Beob. = 0,0017017

_ - zweite - = 0,0018654

adem die Temperatur t' = 20°,1 und 20°,9 °C. beobachtet war. Liernach ist

1ste Beob. a' = 0.001206079; Kt' = 0.005281

2te Beob. a' = 0,001192953; K t' = 0,005491

Lieraus wird

ste Beob. a' Kt'=0,0000006369; a' + a' Kt'-Kt'=0,00067861 Ite Beob. a' Kt=0,0000006551; a' + a' Kt'-Kt'=0,00064451 and wenn diese Werthe in die obere Formel substituirt werlen, so erhält man

lste Beob. V = 98,721 + 0,0679935 + 0,0671518 = 98,95614582te Beob. V = 98,716 + 0,1841449 + 0,0637819 = 98,9639268Mittel = 98,960036

Soll hiermit das Gewicht des Quecksilbers verglichen werden, so ist zuvörderst das Gewicht der durch das gefüllte Gläschen aus der Stelle getriebenen Luft zu bestimmen. Nach der oben für das specifische Gewicht irgend einer Gasart gefundenen Formel ist

$$\frac{\gamma 0,001299024 \, h \, (1-\frac{3}{7} \, e) \, \left(1-\frac{2e}{R}\right) (1-0,0025945 \, \cos 2\varphi)}{336,905 \, (1+0,00375 \, t)}$$

Bleiben hierin die beiden letzten, bei der Vergleichung der an dem nämlichen Orte angestellten Wägungen überslüssigen Coefficienten weg, setzt man in Metern statt 336,905 den gleichen Werth = 0.76 und statt h gleichfalls in Metern p, da γ bei atmosphärischer Luft = 1 ist, so wird

$$a = \frac{0,001299024 \text{ p } (1 - \frac{1}{6}\epsilon)}{(1 + 00375 \text{ t}) 0,76} \text{ oder nach Bior}$$

$$a = \frac{0,001299541 \text{ p } (1 - \frac{1}{6}\epsilon)}{(1 + 0,00375 \text{ t}) 0,76}$$

Ist dann das Volumen des Wassers = V bestimmt, und setzt man

$$a = \frac{\alpha V (1 + Kt)}{1 + \Delta}$$

für 1 = 0,00177686für 2 = 0,00195974

¹ Diese Werthe sind, wie schon oben angegeben ist, am meisten abweichend, indem die mitgetheilte Tabelle giebt

um das Volumen der Luft stir die Ausdehnung des Glass a des Wassers zu corrigiren, sindet man serner das Gewicht gewogenen Flüssigkeit, also hier des Quecksilbers = L, si das auf den leeren Raum reducirte Gewicht desselben = L+ Wird das erstere Gewicht auf den Nullpunct der Temperatur ducirt = (L) genannt, so erhält man das Gewicht des Gläsch mit der Flüssigkeit für jede andere Temperatur

$$\frac{(L) (1 + Kt)}{1 + \lambda}$$

wenn 2 die Ausdehnung dieser Flüssigkeit durch Wirmer zeichnet. Es ist aber

$$\frac{(L) (1 + Kt)}{1 + \lambda} = L + a$$

woraus (L) =
$$\frac{(L+a)(1+\lambda)}{1+Kt}$$
 wird,

Es bedarf dann nichts weiter, als dieses Gewicht durch Var vidiren, um das specifische Gewicht zu haben, und so ist

$$n = \frac{(L+a) (1+\lambda)}{V (1+Kt)}.$$

Wird der Werth von a mit dem Zahlenwerthe von V, wie de eben gefunden ist, multiplicirt, so erhält man a V = 0,12000 Hieraus kann nach der angegebenen Formel der Werth worden, da die oben in der Berechnung besteht worden von p und t bekannt sind. Es war aber

Erster Versuch L=1342,989 Grammes

$$\begin{array}{c}
 a = 0,12004 \\
 L + a = 1343,10904
 \end{array}$$

Zweiter Versuch L=1340,893

$$\begin{array}{ccc}
a &= & 0.11872 \\
L + a &= & 1341.01172
\end{array}$$

Für eine Ausdehnung des Quecksilbers $= \frac{1}{117}$ war dam Erster Versuch (L+a) $(1+\lambda)$ = 1345,7692

Zweiter Versuch
$$\frac{(L+a)(1+\lambda)}{1+Kt} = 1345,3880$$

Mittel 1345,5786

mithin des specifische Gewiche des Quecksilbers

$$\pi = \frac{1345,5786}{98,960036} = 13,597190$$

und dieses Gewicht in Grammes ausgedrückt ist dann mich

absolute Gewicht eines Cubikcentimeters Quecksilher bei 0° C. Temperatur. Wird endlich dieser Werth durch das specifische Gewicht der Luft = α = 0,001299541 dividirt, so ergiebt sich das specifische Gewicht des Quecksilbers gegen Luft = 10463,07. Das arithmetische Mittel aus vier andern Wägungen, in denen Brot und Arago trockne Luft und Quecksilber in dem nämlichen Ballon abwogen, gab 10463,0 und diese Größe auf den Spiegel des Meeres und 45 Grade der Breite reducirt gab 10466,8.

4. Die hydrostatische Waage 1 gehört wohl ohne Zweisel unter diejenigen Apparate, womit man die schärsten Bestimmungen des specifischen Gewichtes der Flüssigkeiten erhalten kann. Wie eine solche Waage construirt seyn müsse, um den jetzigen Forderungen an die physikalischen Apparate zu genügen, wird im Art. Waage, hydrostatische, angegeben werden, und es genügt daher hier nur zu bemerken, das vermittelst derselben wenigstens 0,00001 des Totalgewichts gesunden wird, und daher auch das specifische Gewicht durch sie bis zu dieser Grenze-mit Sicherheit erhalten werden kann, mithin weiter, als man dieses gewöhnlich verlangt. Dem Gebrauche derselben steht übrigens theils die Schwierigkeit ihrer sorgsältigen Behandlung, die Kierzu erforderliche Zeit und ihre Kostbarkeit entgegen.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Flüssigkeiten vermittelst der hydrostatischen Waage beruhet auf dem Grundsatze, dass die spec. Gew. der Flüssigkeiten bei gleichem Volumen sich wie die absoluten Gewichte verhalten, und dass das absolute Gewicht eines gewissen Volumens einer jeden Flüssigkeit durch den Gewichtsverlust eines beliebigen, in dieselbe eingetauchten, festen Körpers von gleichem Volumen gefunden wird. Man hängt deswegen an die eine Waagschale der Waage einen birnförmigen Glaskörper und tarirt diesen, so dass die Waage wieder im Gleichgewichte steht. Dann senkt man diesen Körper in destillirtes Regenwasser, und weil er hierdurch so viel an Gewichte verliert, als das Volumen des durch ihn verdrängten Wassers beträgt, so legt man auf die Waagschale, woran er hängt, dieses Gewicht, = P auf, bis die Waage wieder im Gleichgewichte ist. Hiernächst zieht man die Waage wieder in die Höhe, trocknet den birnförmigen Körper rein ab,

¹ Es ist auffallend, duss Brot bei seinen ausführlichen Untersuchungen über das spec. Gew. diesen wichtigen Apparat gar nicht orwähnt.

hängt ihn wieder an die Waagschale, nimmt von dieser dwicht = P'herab; und lässt die Waage, wie vorher, wie nau einstechen; dann senkt man den Glaskörper in dies stimmende Flüssigkeit, wobei für die Herstellung des Gawichtes nothwendig ist, ein Gewicht = II auf die Wasseu legen, und es ergiebt sich von selbst, dass das ande specifische Gewicht der Flüssigkeit

$$\pi = \frac{\Pi}{\bar{p}}$$

Werden beide Wägungen bei gleicher Temperatur und merklich verschiedenem Barometerstande angestellt, so is man sich mit dieser Bestimmung, und giebt zugleich der Temperatur und Barometerhöhe an, bei welcher sie et wurde, um hierdurch das Mittel zur scharfen Berechnungstheilen. Gewöhnlich pslegt man sich indess zur Erleich die jedesmalige Abwägung in Wasser zu ersparen, deswege Werth von P bei einer gewissen Temperatur ein für allem nau zu bestimmen, daher nur II zu suchen, und somit des eisische Gewicht zu berechnen.

Soll aber das specifische Gewicht der Flüssigkeiten bei gegen Wasser im Puncte seiner größten Dichtigkeit mit luter Schärfe gefunden werden, so erfordert das angegeben fahren vielfache Correctionen, welche einzeln genomms gende sind:

- 1. Der Glaskörper ist an einem Drahte oder Faden winden, welcher zugleich mit in das Wasser und die Flüsse eingetaucht wird, und daher sowehl P als auch II verse Es wäre zwar nicht schwierig, hierfür die erforderliche (es tion zu finden, allein man nimmt hierzu einen ganz feinen) von Platin, so dass das mehr oder weniger lange Ende desse welches in beide Flüssigkeiten eingetaucht wird, gar nicht strachtung kommt, und man darf daher diesen möglichen füglich vernachlässigen, auch da, wo die höchste Genne erfordert wird.
- 2. Der Glaskörper sollte eigentlich im luftleeren Rame! wogen werden, wird aber in der Luft gewogen. Verlich daher im Wasser gewogen P, so ist sein auf den luftleeren la reducirter Gewichtsverlust $P' = P(1 + \alpha)$, wenn α das fest bestimmte Verhältnis der Luft zum Wasser bezeichnet. I gleiche Weise ist sein Gewichtsverlust in der zu untersuchsis

= sigkeit auf den leeren Raum reducirt M = n + Pa, und es

$$\pi' = \frac{\Pi + Pa}{P + Pa}$$

1

Unterschied des so corrigirten Gewichtes von dem oben anbenen ist so viel größer, je größer der Unterschied zwin P und II ist, oder je größer oder geringer das specifische
icht der untersuchten Flüssigkeit ist. Es ist nämlich

$$\frac{II + P\alpha}{P + P\alpha} = \frac{II}{P} + \frac{(P - II)\alpha}{P(1 + \alpha)}$$

se hier P = H, so wäre das zweite Glied = 0 und das spec.

v. = 1, wie dieses auch nothwendig folgen muss. Der ste Unterschied tritt ein, wenn das spec. Gew. der Schwefelte nahe genau = 2 wird, und um diesen besser in übersehen, r das Maximum des Unterschiedes kennen zu lernen, ist für sen Fall das specifische Gewicht = 1,9987 statt 2. Hieraus iebt sich, dass diese Correction ohne bedeutenden Einfluss weitem in den meisten Fällen vernachlässigt werden kann.

3. Soll das specifische Gewicht der Flüssigkeiten bei 0° C. en Wasser im Puncte seiner größten Dichtigkeit gefunden rden, so müßte man die Abwägung in beiden Flüssigkeiten diesen Temperaturen vornehmen, und da dieses sich nicht lich bewerkstelligen läßt, so wird deswegen die bedeutend-Correction unter allen erfordert. Es folgt nämlich von selbst, is das gefundene uncorrigirte Gewicht bei der Wägung sowohl Wasser als auch in der Flüssigkeit um so viel zu geringe ist, das Verhältnis der Ausdehnung des Glaskörpers beträgt, und i so viel zu groß, als die Flüssigkeit durch Wärme ausgedehnt rd. Indem also hiernach

$$P'' = \frac{P'(1+\Delta)}{1+Kt} \text{ und } \Pi'' = \frac{\Pi'(1+\lambda)}{1+Kt'}$$

;, wenn \triangle und λ die Ausdehnung des Wassers und der Flüsgkeit bei den Temperaturen t und t' bezeichnen, P' und Π ber der für den aërostatischen Einfluss der Lust beim Wagen
prrigirte Gewichtsverlust des Körpers im Wasser und in der
lüssigkeit (wobei man ohne merklichen Fehler mit Weglassung
leser Correction P' und $\Pi' = P$ und Π setzen kann); so ist

$$n' = \frac{\Pi' (1+\lambda) (1+Kt)}{P' (1+\Delta) (1+Kt)}$$

las corrigirte specifische Gewicht. In den meisten Fällen ist

t = t' oder unmerklich davon verschieden, dann fälk dele Theil der Formel weg, und men erhält

$$\pi' = \frac{\Pi' (1+\lambda)}{P'(1+\triangle)},$$

oder da die unter No. 2 angegebene Correction bei weite den meisten Fällen füglich weggelassen werden kann,

$$\pi' = \frac{\Pi(1+\lambda)}{P(1+\Delta)}$$

Hierin kann der Werth von \triangle aus der im Anfange mitgeten Tabelle entnommen werden, allein λ ist nicht allezeit, wennehr in der Regel gar nicht bekannt, denn man kennt des Gew. aller derjenigen Flüssigkeiten, deren Ausdehnung genan aufgefunden ist, und wird dieses also nicht zu bestehemüht seyn wohl aber dasjenige der Flüssigkeiten, deres dehnung auf gleiche Weise als ihr spec. Gewicht unbekannt

Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass auch mit de Apparate die Ausdehnung der tropfbaren Flüssigkeiten gehin werden könne, wie dieses noch kürzlich durch Hallstage! schehen ist. Das hierfür erforderliche Verfahren näher geben, scheint mir indess überslüssig, weil es bereits obes No. 2 für das Fahrenheit'sche Gravimeter vollständig mitge ist. Ebenso folgt aus den angestellten Betrachtungen von sei dals das so eben beschriebene Verfahren vorzüglich gen ist, um das absolute Gewicht eines gegebenen Volumens Ha ser zu finden, worauf dann die Gewichte aller übrigen fün keiten reducirt werden können. Zu diesem Ende darf 🚥 einen genau gearbeiteten festen Körper, wozu man meisten pen Würfel oder Cylinder wählt, in das Wasser herabsen und seinen Gewichtsverlust suchen, so ist hiermit das Gem eines gleichen Volumens Wasser gegeben. Eine ger Beschreibung des Verfahrens wird im Art. Mass mitge werden.

Bei weitem die wenigsten gefundenen specifischen Gewider Flüssigkeiten sind corrigirt, auch geht dieses nicht ist an, wenn nicht die Ausdehnung derselben bekannt ist, und sind außerdem nicht einmal sämmtlich bei der nämlichen Ist

¹ G. LXXVII. 129. Das durch diesen mit Recht hochgeachtes Physiker befolgte Verfahren gehört mehr hierher, als zu No. 2, see gleichfalls erwähnt wurde.

pesatur gesunden. Im Allgemeinen kann man indess annehmen, dass sie bei mittleren Temperaturen von etwa 15° bis 18° C. gefunden sind. Man darf daher auch nicht erwarten, dass die Angaben der verschiedenen Gelehrten vollkommen mit einander übereinstimmen. Weil es indess sehr angenehm ist, die gangbarsten Bestimmungen der specifischen Gewichte der Flüssigkeiten, wenn sie auch nur in genäherten Werthen richtig sind, sogleich einsehen zu können, so habe ich diese in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Flüssigkeiten	Sp. Gew.	Flüssigkeiten.	Sp. Gew.
Aethersäure	1,0150	Kleesäure	1,0450
Alkohol	0,7920	Krausemünzöl –	0,9750
Ameisensäure -	1,1168	Lavendelöl – –	0,8930
Ameisens. Naphtha	0,9157	Leinöl – – –	0,9400
Ammoniak	0,8750	Mandelöl – –	0,9200
Anisöl – – –	0,9857	Milch - 1,020	1,0410
Arsenikäther -	0,6900	Mohnol	0,9220
Arseniks., stärkste	2,5500	Muscatnuísöl -	0,948
Bergamottol –	0,8880	Nelkenöl – –	1,0340
Bier 1,0230	1,0340	Nuísöl – – –	0,9470
Blausäure – –	0,7050	Oelsäure	0,8990
Blutwasser 1,0250	1,0310	Olivenöl – –	0,9153
Brenz. Essiggeist	0,7864	Petroleum 0,836	0,7580
Boraxsäure – –	1,7770	Pfeffermünzöl -	0,9200
Bucheckernol -	0,9230	Pomranzenschalenöl	0,8880
Cajaputol	0,9780	Ricinusol	0,9699
Calmusol	0,8990	Rosenöl – – –	0,8320
Cascarillenöl -	0,9380	Rosmarinol	0,8886
Citronenol 0,8470	0,8517	Rüböl (Rapsöl)	0,9193
Chlorschw. im Min.	1,7000	Salpeternaphtha	0,8000
— — im Max.	1,6280	Salpetersäure -	1,5130
Chlorstickstoff -	1,6530	Salpetrige Saure	1,4510
Cyan, flüss	0,9000	Salzäther	0,874
Delphinöl	0,9178	Salzsäure, höchstens,	1,2109
Delphinsaure -	0,9410	Salveiöl	0,8640
Erdől – 0,7500	0,8400	Sassafrasol	1, 09 40
Essigäther	0,8660	Schwefeläther 0,710	0,758
Essigsäure, concentr.	1,0791	Schwefelblausäure	1,0220
Essigsäurehydrat Fenchelöl – –	1,0630	Schwefelkohlenstoff	1,2720
Flussänre – –	0,9970	Schwefelsäure -	1,9546
Harn	1,0609	— geschmolz. — Nordhäuser	1,9700
Honig	1,0110	- Nordnauser - Vitriolöl	1,8960
Hydriodnaphtha	1,4500	- Unterschwe-	1,8450
Hydriodsäure -	1,9206	fold UniterschWe-	4.0470
=17,MIIUUSAUIG =	1,7000	fels. Hydrat	1,3470

Flüssigkeiten	Sp. Gew.	Flüssigkeiten	Sp.Gr
Seewasser	1,0286	Wein. Burgund	0.983
- todtes Meer	1,2122	- Bourdeaux	0,994
Spiköl – – –	0,8770	- Champagner	0.93
Therpentingl -	0,7920	Portw	Don
Thran ,	0,9270	Capwein	1,03
Wachholderöl -	0,9110	- Canarien	1,031
Wasserstoffhyper-	,,,,,,	· Malaga -	1.043
oxyd	1,4520	- Madeira -	1,00
Wein. Rhein.0,9925	1,0020	Weinsteinöl -	1,58
- Französ, weils	1,0200	Zimmetöl	1,03

C. Specifisches Gewicht der festen Körper

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes fester bedient man sich in der Regel nur zweier Apparate, des beschrieben Hydrometers und der hydrostatischen Waage, diese beiden scheinen mir auch allein hierzu brauchbar nur Jener erstere Apparat ist bereits beschrieben 1, und den ser ren wird noch ein eigener Abschnitt im Artikel Waage gemet werden. Das Verfahren bei beiden ist so ziemlichen nämlichen indes scheint es mir am zweckmäsigsten, jedes zeln zu beschreiben.

1. Das Ardometer ist nicht ohne Grund durch Harts
Bestimmung des spec. Gew. insbesondere der Mineralies o
pfohlen, denn es vereinigt Bequemlichkeit mit Genauft
und ist daneben nicht kostbar. Die schon im Art. Artom
beschriebene Methode, das spec. Gew. vermittelst desselbes
bestimmen, ist in der Kürze folgende. Bei einer mittlere In
peratur wird der Apparat vermittelst willkürlicher, in die der
Schale gelegter Gewichttheilchen zum Eintauchen bis an
Zeichen an seinem dünnen Halse gebracht, dann nimmt s
nach Schätzung die erforderliche Menge Gewichttheile ho
legt statt deren den zu wägenden Körper hinein, stellt
Gleichgewicht wieder her, so dass der Apparat bis an das b
chen einsinkt, und findet hiermit das absolute Gewicht des ste

¹ S. Art. Ardomeler. Th. I. S. 385 und 86, we das Nichselber ache Hygrometer und das etwas abgeänderte areomètre-belance, beschrieben und in Fig. 77 and 78 belance belance.

pers = 11. Wird derselbe dann in das Schälchen am unteren Theile des Apparates gelegt, und auf diese Weise mit in das Wasser getaucht, so wird das Gewicht des Ganzen um so viel leichter seyn, als das Gewicht des durch den Körper verdrängten Wassers beträgt, und dieses muß daher durch Gewichttheile ersetzt werden, welche man in das obere Schälchen legt. Sind diese = P, so ist das uncorrigirte spec. Gew. des Körpers

 $n = \frac{\Pi}{P}$

2. Das Verfahren beim Gebrauche der hydrostatischen Waage hat hiermit große Aehnlichkeit, und ist im Wesentlichen das nämliche, wie ich solches oben unter B No. 4 beschrieben habe. Man hängt nämlich den zu untersuchenden Körper an einem geeigneten Faden an das Häkchen unter der einen Waagschale, und sucht sein absolutes Gewicht — II, läßt ihn dann in das Wasser herabhängen, wodurch er um ein dem seinigen ganz gleiches Volumen Wassers leichter wird, dessen Gewicht die Menge der Gewichttheile angiebt, welche man aus der anderen Waagschale nehmen, oder in diejenige, woran er selbst außehangen ist, zulegen muß, um das Gleichgewicht nach dem Einsenken in das Wasser wieder herzustellen, und welches — P ist. Diesemnach ergiebt sich das uncorrigirte spec. Gew.

 $n = \frac{\Pi}{P}$

Das hier im Allgemeinen angegebene Verfahren erfordert indels verschiedene Vorsichtsregeln und einige Correctionen, welche ich einzeln namhaft machen will, da sich die meisten auf beide Apparate beziehen.

a. An jeden sesten Körper setzen sich gar leicht Lustblasen an, welche ihn beim Eintauchen in das Wasser nicht verlassen und als kleine Schwimmblasen außerordentlich erleichtern. Man sieht daher nicht selten, daß z. B. Zucker im Wasser durch die Lustblasen wieder emporgehoben wird, welche aus seiner Masse hervordringen. Hierdurch verlieren also die Körper im Wasser ungleich mehr an Gewicht, als ihrem Volumen proportional ist, und da dieser Fehler nicht corrigirt werden kann, so ist sorgfältig darauf zu achten, daß solche Blasen nicht vorhanden sind, auch kann man sie bei gehöriger Vorsicht mit einem Drahte einzeln entsernen.

b. Der feste Korper muls an der hydrostatischen Waage 1V. Bd. Eeeee

vermittelst eines Halters aufgehangen werden, dessen absolute und specifisches Gewicht zugleich mit dem des zu untersuchesden Körpers gesunden wird, und daher mit letzterem verbusden eine Unrichtigkeit herbeiführt. Man hat früher vorgeschlgen, sich zum Aufhängen eines Pferdehaares zu bedienen, desen spec. Gew. von dem des Wassers wenig verschieden ig allein dieses wurde den Fehler nur dann auflieben, wenn mu ein gleiches Pferdehaar bei der Bestimmung des absoluten 6wichtes in die Waagschale der Gewichte legte und nach des Einsenken in das Wasser bis auf einen gleichen Theil, als welcher nicht in das Wasser getaucht ist, herausnähme, in welchem Falle der begangene Fehler verschwindend klein syn wurde. Sonst wird auch gerathen, einen sehr feinen Platiedraht zum Aufhangen des Körpers zu wählen, und einen glechen in die andere Waagschale zu legen. Hierbei wird die durch den feinen Draht verdrängte Wassermenge als verschwisdend klein betrachtet, welches aber nicht in ganzer Strenge nich tig ist. Am besten scheint es mir, den feinen Platindraht, woan der Körper beim Einsenken in das Wasser aufgehängt werdes soll, vorher an das Häkchen der Waagschale zu hängen, in 🛉 Wasser zu senken und zu tariren, dann das absolute Gewicht des auf der Waagschale liegenden Korpers zu bestimmen, während der Platindraht stets bis zur nämlichen Tiefe im Wasser hängh hiernächst den Körper in der Schlinge des Drahtes befestigt in Wasser zu senken und das Gleichgewicht der Wasge wieder herzustellen, wedurch das Gewicht des durch ihn verdrängten Wassers = II gefunden wird. Bei dieser Methode fällt der angegebene Fehler völlig weg.

c. Viele Körper sind leichter als das Wasser, und gehen daher in ihm nicht unter. Diesem Hindernisse ist leicht zu begegnen. Beim Nicholson'schen Aräometer nämlich wird das metere Eimerchen so eingerichtet, dals man dasselbe umdrehen und mit seiner Wölbung nach oben richten kann, um den Körper unter dasselbe zu schieben, und es muß für diesen Fall mit Lichern versehen seyn, damit keine Luft unter demselben abgesperrt wird, und die genaue Wägung unmöglich macht. Bei det hydrostatischen Waage ist das Verfahren eben so einfach, indem an die Schlinge, welche den zu wägenden Körper aufnehmen soll, vorher ein passliches Bleigewicht gehangen wird, welches diese und den nachher hineingeknüpsten Körper im Wasser her-

abzieht. Dabei versteht sich von selbst, dals jenes Gewicht, auf gleiche Weise als die Schlinge des Platindrahtes, wie so eben angegeben ist, vor der eigentlichen Wägung ins Wasser herabgesenkt, dann das Gleichgewicht der Waage hergestellt, und demnächst erst die eigentliche Wägung angefangen wird.

d. Eine nicht unbedeutende Zahl von Körpern sind von der Art, dass sie eine große Menge von Wasser in sich aufnehmen, ohne dadurch aufgelöset zu werden. Bior 1 nennt in diesem Falle die Bestimmung des spec. Gewichtes zweideutig, allein die Sache ist noch weit bedentender, als sie hiernach erscheint, wenn man die Frage allgemein aufstellt, in welcher Form der Körper ihr spec. Gew. bestimmt werden soll? Wichtigkeit dieser Frage wird einleuchtender, wenn ich die Behauptung aufstelle, dass mit Ausnahme der leichteren Metalle, des gestandenen Fettes, des Wachses und einiger anderen Körper alle übrigen, namentlich die sämmtlichen Holzarten an sich specifisch schwerer sind, als Wasser. So sinken feines Sägemehl von jedem Holze, sehr fein geraspelter oder mit einer scharfen Feile geseilter Kork, ja sogar der seine Staub auf Meublen und Büchern, welcher in den Zimmern mechanisch in die Höhe gehoben wird (sogenannte Sonnenstäubchen) und aus der Luft wieder herabfallt, im Wasser unter. Von den Hölzern ist es schon seit Junin 2 bekannt, dass viele derselben im Wasser untergehen, wenn sie eine geraume Zeit darin gelegen haben, weil sich dann eine beträchtliche Menge Wasser in ihre Poren drängt, und so folgt von selbst, dass feuchte Hölzer, wenn sie lange Zeit dem Eindringen des Wassers in ihr Inneres ausgesetzt waren, specifisch schwerer seyn müssen, als ausgetrocknete. Eine hierher gehörige Thatsache erzählt Scoresby 3, nämlich dass Holz, welches tief ins Meer gesonkt wird, durch den ungeheuren Wasserdruck so viel Wasser aufnimmt, dass es beträchtlich schwerer als das Wasser erscheint. Die Untersuchung dieser Sache wurde durch einen Zufall in Anregung gebracht.

Eccec 2

¹ Traité. I. 427.

² Phil. Trans. XXXI. 114.

³ Edinb. Phil. Journ. N. II. p. 363. Bei den angestellten Versuchen ist merkwurdig, dass alle dazu angewandten, bis 6348 eugl. Fuss tief ins Meer hinabgesenkten Hölzer specifisch schwerer wurden als Wasser außer Korkholz, welches nur von 0,225 auf 0,478 stieg. Vgl. ebend, No. XI. p. 115.

vermittelst eines Halters aufgehangen werden, dessen absolat und specifisches Gewicht zugleich mit dem des zu untersete den Körpers gefunden wird, und daher mit letzterem verla den eine Unrichtigkeit herbeiführt. Man hat früher vorgesch gen, sich zum Aufhängen eines Pferdehaares zu bedienen, is sen spec. Gew. von dem des Wassers wenig verschieden allein dieses wurde den Fehler nur dann auflieben, wenn ein gleiches Pferdehaar bei der Bestimmung des absoluten wichtes in die Waagschale der Gewichte legte und nach Einsenken in das Wasser bis auf einen gleichen Theil, ab vo cher nicht in das Wasser getaucht ist, herausnähme, in chem Falle der begangene Fehler verschwindend klein würde. Sonst wird auch gerathen, einen sehr feinen Pla draht zum Aufhängen des Körpers zu wählen, und eines chen in die andere Waagschale zu legen. Hierbei wird durch den feinen Draht verdrängte Wassermenge als versche dend klein betrachtet, welches aber nicht in ganzer Strengen tig ist. Am besten scheint es mir, den feinen Platindraht, an der Korper beim Einsenken in das Wasser aufgehängt wet soll, vorher an das Häkchen der Waagschale zu hängen, z Wasser zu senken und zu tariren, dann das absolute Gewick auf der Waagschale liegenden Körpers zu bestimmen, währ der Platindraht stets bis zur nämlichen Tiese im Wasser hiernachst den Körper in der Schlinge des Drahtes besessigts Wasser zu senken und das Gleichgewicht der Wasge wie herzustellen, wedurch das Gewicht des durch ihn verdries Wassers = II gefunden wird. Bei dieser Methode fallt der gegebene Fehler völlig weg.

c. Viele Körper sind leichter als das Wasser, und ges
daher in ihm nicht unter. Diesem Hindernisse ist leicht nagegnen. Beim Nicholson'schen Aräometer nämlich wird das
tere Eimerchen so eingerichtet, dals man dasselbe umdrehens
mit seiner Wölbung nach oben richten kann, um den Kaunter dasselbe zu schieben, und es muß für diesen Fall mitchern versehen seyn, damit keine Luft unter demselben asperrt wird, und die genaue Wägung unmöglich macht. Bei
hydrostatischen Waage ist das Verfahren eben so einfach, inter
an die Schlinge, welche den zu wägenden Körper außehen
soll, vorher ein passliches Bleigewicht gehangen wird, weke
diese und den nachher hineingeknüpsten Körper im Wasser be-

ins Wasser eine große Menge desselben einsaugen, so dass es meistens unmöglich ist, die Waage zum Gleichgewichte zu bringen. Insofern aber hierbei der Körper zunehmend schwerer wird, muss sein specifisches Gewicht wachsen, und das auf diese Weise gefundene würde in einigen Fällen mit demjenigen gar nicht übereinstimmen, was schon durch das blosse Gefühl gegeben wird. Weil eine Wägung solcher Körper im Wasser überhaupt unmöglich ist, wenn sie in demselben zerfallen, so ergiebt sich hieraus das Verfahren zur Bestimmung ihres spec. Gewichtes von Es wird nämlich zuerst ihr absolutes Gewicht $= \Pi$ gesucht, dann senkt man sie ins Wasser und lässt sie so lange darin, bis sie während einer zum Einstellen der Waage erforderlichen Zeit kein Wasser mehr einsaugen, nimmt sie heraus, legt sie in die Waagschale der hydrostatischen Waage und bringt diese wieder ins Gleichgewicht, senkt sie dann ins Wasser und notirt ihren Gewichtsverlust = P, wodurch

$$\pi = \frac{\Pi}{P}$$

gegeben wird. Es ist augenfällig, dass hierdurch ihr eigentliches spec. Gew. gegeben werde, denn man erhält das Verhältnis ihres absoluten Gewichtes zu dem Gewichte eines gleichen Volumens Wasser. Auf der andern Seite ist nicht zu verkennen, dass von dem in die Masse des Körpers eingedrungenen Wasser gleichfalls Wasser verdrängt, und somit in gewisser Hinsicht der Gewichtsverlust gefunden wird, welchen dieses veranlasst, Man wiege z. B. einen lockeren Stein und finde sein abcolutes Gewicht $\Pi = 1000$ Gewichttheile, senke ihn bis zur Sättigung ins Wasser, und finde die Gewichtsvermehrung = 50 Gewichttheilchen. Nach dem Einsenken des an der hydrostatischen Waage häpgenden Kürpers sey das Gewicht, welches man der Waagschale, woran derselbe hangt, zum Herstellen des Gleichgewichts zulegen muß = 240 Gewichttheile = P, so ist sein eigentliches specifisches Gewicht

$$\pi = \frac{\Pi}{P} = \frac{1000}{240} = 4,167.$$

Berücksichtigt man aber, dass die aufgesogenen 50 Gewichttheile Wasser nicht zu seiner Masse gehören, so hat man

$$\pi = \frac{\Pi}{P} = \frac{1000}{240 - 50} = \frac{1000}{190} = 5,263.$$

traf sich nämlich, dass das Tau an der Harpune sich m Boot schlang, und der harpunirte Wallfisch dasselbe mit si die Tiefe zog, dann aber, nachdem er wieder an die Obel gekommen und getödtet war, seines geringen spec. Gew. achtet, durch dasselbe zum Sinken gebracht wurde, und ren wäre, wenn man nicht das Tau durch einen Haken ist halten hätte. Absichtlich nachher angestellte Versuche mit zern, welche in beträchtliche Tiefen hinabgelassen zeigten dann das starke Eindringen des Wassers in dies und ihr außerordentlich vermehrtes spec. Gewicht. Eben ist der Fall bei verschiedenen Fossilien, namentlich den 🚾 Steinen, welche mit Wasser gesättigt ein weit größeres tes Gewicht haben, als wenn sie trocken sind, und dahr der Bestimmung ihres spec. Gew. ganz andere Werthe is Zustande als in diesem geben müssen, wie namentlich Baisson und Guyton pe Morveau bemerkt haben 1.

Dals hieraus eine gewisse Unsicherheit in der Bestim des specifischen Gewichtes mancher Körper entstehen miss keinen Augenblick zu verkennen, und hiernach muß dans der Grad der Genauigkeit gewürdigt werden, dessen die bis bekannten Angaben fähig sind. Inzwischen glaube ich dense dals die Hauptfrage, nämlich wie und unter welchen Beding gen das spec. Gew. solcher poröser Körper bestimmt weit müsse, leicht zu beantworten sey. Indem man nämlich in 1 gemeinen den praktischen Nutzen berücksichtigt, kann mus Körper nicht wohl anders in Untersuchung nehmen, als sie sich in ihrem gewöhnlichen mittleren Zustande der Trode heit befinden, und auf allen Fall darf man sie nicht in Pulveis wiegen, obgleich auch disses zur näheren Erforschung eigentlichen Beschaffenheitenicht unnütz ist, und mit wenig bekannten, unten zu beschreibenden Apparate leicht sicher geschehen kann.

Hiernach wird also das spec. Gewicht namentlich der Frzer, desgleichen einiger Fossilien und unter ihnen hauptsätzlichen Steine, so wie auch verschiedener anderer Körper in itst am meisten regelmäßigen und gewöhnlichen Zustande mittlet Trockenheit bestimmt. Dabei ist aber hauptsächlich zu baist sichtigen, daß verschiedene dieser Substanzen beim Einsinks

¹ Anu. de Chim. LX. 121.

h als gegen die Salze statt, dieses wird daher nicht in die vischenräume zwischen den einzelnen Stücken eindringen, um weniger, wenn die letzteren in die Höhe gehoben werden, id das spec. Gew. kann daher durch diese Methode nicht genau halten werden. Dem später zu erwähnenden Stereomètre in Sax gebührt daher auch in dem vorliegenden Falle der orzug.

f. In der Regel sind die Bestimmungen der specifischen ewichte weder mit dem Aräometer noch mit der hydrostatichen Waage so genau, dass es sich der Mühe belohnte, sie ween aller enthaltenen Fehler zu corrigiren. Man giebt daher enjenigen Thermometer- und Barometerstand an, bei welchem ie Wägung angestellt ist, und sieht dieses als genügend an, vobei man nur darauf bedacht ist, dass die Temperatur eine nittlere von etwa 15 bis 20° C. ist. Der Vollständigkeit wegen will ich indess die erforderlichen Correctionen hinzusügen.

Wird mit dem einen oder dem andern der genannten Apparate das absolute Gewicht des zu untersuchenden Körpers gejunden, so ist dieses um so viel geringer, als das Gewicht der ans der Stelle verdrängten Luft beträgt. Das Volumen dieser Lust ist aber allezeit so groß, als das Volumen des durch denselben Körper verdrängten Wassers, und da letzteres durch das Gewicht = P bestimmt wird, so muls hiernach das corrigirte Gewicht $\Pi' = \Pi + \alpha P$ werden, wenn α das oben angegebene corrigirte Verhältniss der Dichtigkeit der Lust gegen Wasser bezeichnet. Allein dieser Gewichtsverlust ist um so viel zu groß, als der Körper selbst durch Wärme ausgedehnt wird, und muß also um ebensoviel vermindert werden. Wonach also $\Pi' = \Pi$ + aP (1-Kt) wird, wenn K die cubische Ausdehnung des gewogenen Korpers bezeichnet. Auf gleiche Weise ist der gefundene Verlust im Wasser, oder das Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wessers um so viel zu geringe, als die Ausdehnung des Wassers beträgt, jedoch darf diese Größe nicht ganz genommen werden, sondern um denjenigen Theil vermindert, um welchen der Körper selbst durch Warme ausgedehnt ist. Hieraus wird der corrigirte Werth dieser Größe $P' = P(1 + \Delta(1 -$ Kt)) wenn A die Ausdehnung des Wassers vom Puncte seiner größten Dichtigkeit an gerechnet bei der Temperatur der Wä-

¹ Vergl G G. SCHMIDT bei G. IV. 207.

gung beträgt. Diesemnach ist also das corrigirte specifiches wicht des Korpers

 $n' = \frac{\Pi + \alpha P (1 - Kt)}{P(1 + \Delta (1 - Kt))}$

Hierbei kann der Werth von A aus der oben mitgetheilten belle für die Ausdehnung des Wassers bei den verschiebe Temperaturgraden entnommen werden, der Werth von k aber nicht allgemein bekannt. In einigen Fällen, wenn de neare Ausdehnung der festen Körper sich mit einem genüge Grade von Genauigkeit aus der im Art. Ausdehnung 1 mitget ten Tabelle entnehmen last, z. B. wenn man das spec. Gen der Metalle hestimmen wollte, darf man nur die dort aufgene neten Werthe der linearen Ausdehnung mit 3 multiplicires, die cubische = K zu erhalten. In vielen Fällen ist übrigen Ausdehnung der Körper so geringe, dass der Factor für dies füglich vernachlässigt werden kann, ohne der Genaulgkei bruch zu thun, um so mehr, als der Factor 1 + Kt son im Zähler als auch im Nenner vorkommt. Lassen sich aber angegebenen Correctionen in der erforderlichen Schärfe aus den, so erhält man nur dadurch das specifische Gewicht de sten Körper bei 0° Temperatur gegen Wasser im Puncte größten Dichtigkeit völlig genau.

Als ein Zusatz zu dieser ausführlichen Darstellung der thode, nach welcher das spec. Gewicht der festen Körper gefer den wird, möge noch Folgendes betrachtet werden. Made in Form blofser Körner, oder selbst als Pulver vorhandene Me per konnen auf keine Weise an der hydrostatischen Wage gehangen und gewogen werden. Sind die Körner so groß die sie nicht durch die Löcher des Siebchens an Nicholson's hat meter fallen, und sind sie specifisch schwerer als Wasser, s kann man sich zur Bestimmung ihres spec. Gew. dieses Are meters bedienen. Sind sie dagegen feiner, so wirden sie de die Löcher fallen, wenn diese auch allezeit sehr klein sind, # wenn sie leichter als Wasser sind, so dürfte es leicht unmögig seyn, sie ohne Verlust sämmtlich unter das umgekehrte 🖼 chen zu bringen. Im Allgemeinen ist nach dem, was oben P ter d gesagt ist, die Bestimmung des spec. Gew. der Köpe's Pulverform, eine missliche Aufgabe, und führt zu Reminis

¹ S. Th. I. S. 582,

welche mit den gewöhnlichen Angaben der spec. Gew. nicht tibereinstimmen. Indes kann es von Interesse seyn, auch von solchen Körpern, welche bloss in Pulversorm vorhanden sind, s. B. des Schiespulvers, das spec. Gewicht zu kennen, oder den Unterschied der spec. Gewichte anderer Körper in sester Gestalt und in Pulversorm mit einander zu vergleichen. Für diesen Zweck würde ich im Allgemeinen rathen, das durch Satworgeschlagane Werkzeug in Anwendung zu bringen, indes lassen sich auch andere Apparate dazu benutzen, wenn man nicht im Besitze eines solchen ist.

Wenn man die Absicht hat, das specifische Gewicht von Pulvern in der Art kennen zu lernen, um daraus das absolute Gewicht desselben, wenn es einen gegebenen Raum ausfüllt, zu berechnen, z. B. wenn man das Gewicht einer Menge Schießpulvers zu wissen witnscht, welche einen Cubikfuls Raum erfüllt, so ist nichts leichter und einfacher, als ein Maß von genau bekanntem Inhalte damit zu füllen, zu wägen, und hierdurch das spec. Gew. zu bestimmen. Ist z. B. das Gewicht eines Cubikzolles reines Wasser = G, und man besitzt ein genaues Maß, dessen Inhalt 3 Cub. Z. faßt, so fülle man dieses nach der Tarirung ganz mit dem Pulver an, bestimme dessen absolutes Gewicht = A und hat das spec. Gew. desselben als Masse im Ganzen genommen

$$\pi = \frac{A}{3 G}$$

Wenn man kein solches genaues Mass besitzt, so ist es eben so einfach, ein wilkürliches, hierzu geeignetes zu tariren, mit dem Pulver zu füllen, dessen Gewicht = II zu bestimmen, dann dasselbe nach der Ausleerung abermals mit Wasser zu füllen und auch das Gewicht von diesem = P zu bestimmen, wodurch $n = \frac{II}{P}$ erhalten wird. Es versteht sich wohl von selbst, dass eine solche Wägung zu unvollkommen ist, als dass es sich der Mühe lohnte, hierbei irgend eine Correction anzubringen. Soll dagegen das spec. Gewicht des Pulvers auf eine solche Weise bestimmt werden, dass man bloss den Raum berücksichtigt, welchen die Masse desselben einnimmt, also ohne-wie eben angenommen wurde, die Zwischenräume zwischen seinen Partikeln mit zu seiner Masse zu rechnen und dasselbe als einen zusammenhängenden, aber höchst zerreihlichen Körper zu betrachten,

so ist es am einfachsten, ein kleines Gläschen mit einen es Halse 1 auf einer Waage zu teriren, und das Gewicht des Wa sers, wodurch dasselbe ganz angefüllt wird = S zubestisse Alsdann wird des absolute Gewicht des Pulvers = II gest dasselbe in das trockene Gläschen geschüttet und die Wa nach dem Aufsetzen des Gläschens mit dem Pulver ins Gleich wicht gestellt, statt dessen man auch das Gläschen auf der Wa ge tariren, das Pulver hineinschütten, und dessen absolute wicht = II bestimmen kann, welches Verfahren das side ist. Alsdann wird das Gläschen mit Wasser gefüllt (web auch bei solchen Pulvern, deren spec. Gew. geringer ist &d des Wassers, wegen des Widerstandes der Wände des 🖛 Halses gegen das Aussteigen derselben sich mit Wasser game füllen lüsst) and das Gewicht dieses Wassers = s gesmit Hiernach ist also S - s dasjenige Volumen des Wassers, ches durch das Pulver verdrängt ist, und das specifische Geni des Pulvers ist

$$\pi = \frac{\Pi}{S - 3}$$

Messungen dieser Art sind sehr schwierig wegen der Luft, Esich gern zwischen den zusammengebalten Theilen der Partaufhält, und es wird daher nicht der Mühe werth seyn es Correction anzubringen. Eben so versteht es sich von sehr dals Pulverarten, welche im Wasser auflöslich sind, in Wasgeist, Petroleum oder einer sonstigen Flüssigkeit gewogen weden können, wonach dann das gegen diese gefundene spec. Get derselben auf diese oben in Nro. 1 angegebene Weise leicht Wasser reducirt werden kann, wenn man dasselbe mit den appec. Gew. der angewandten Flüssigkeiten multiplicirt.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von Pales ist wohl ohne Zweisel dasjenige Instrument bei weitens brauchbarsten, welches H. SAX unlängst ersunden und dem Namen Stereometer bekannt gemacht hat. Seiner Zund

¹ Der Hals eines selchen Gläschens kann eine bis höchstens bederthalb Lin. im Durchmesser halten, und muß also weiter seps, beim Hombers'schen Aräometer, wobei er höchstens 0,4 Lin. weit sen darf, um eine Verdunstung oder eine Veruureinigung mancher Field auf durch die Fouchtigkeit der atmosphärischen Last sen für

nälsigkeit ungeachtet ist dennoch dieses Instrument nur wenig reachtet, weswegen LESLIE dasselbe vor Kurzem als eine neue Erfindung von ihm selbst bekannt machen konnte, und desween um so mehr zu entschuldigen ist, als so viele Herausgeber physikalischer Zeitschriften dasselbe wirklich als eine neue Erindung aufnahmen 2. LESLIE hat sogleich verschiedene Versuthe damit angestellt, und interessante Resultate erhalten. So and er unter andern das spec. Gew. der Holzkohle größer als les Diamants; des Mahagoni-Holzes = 1,680; des Weizennehles = 1,56; des Zuckers = 1,83; des Kochsalzes = 2,15; ler scheinbar leichten vulcanischen Asche = 4,4 in genauer Uepereinstimmung mit dem, was oben Nr. 4 angegeben ist. Der Apparat verdient also gar sehr empfohlen zu werden. Weil ich lenselben aber bereits ansführlich beschrieben, und die Methole, nach welcher das spec. Gewicht von Pulvern vermit-:elst desselben gefunden wird, genau angegeben habe3, so genügt es hier auf jene Stelle zu verweisen.

So wie man nach dem, was oben unter B angegeben ist, vermittelst eines genau ausgemessenen festen Körpers das absolute Gewicht eines bestimmten Volumens von Wasser durch Einsenken von jenem in dasselbe finden kann, eben so lässt sich umgekehrt, wenn die letztere Bestimmung als völlig genau betrachtet wird, das Volumen eines Körpers mit größerer Schärse, als geometrische Messungen sie in der Regel geben, durch Einsenken desselben in Wasser finden. Zu diesem Ende stelle man ein geeignetes Gefäls mit Wasser auf eine Waagschale, senke in dasselbe denjenigen Theil des Fadens oder Drahtes, an welchem man den Körper aufgehangen in das Wasser herablassen will, und stelle die Waage durch aufgelegte willkürliche Substanzen in's Gleichgewicht, binde dann den Körper an den genannten Faden oder Draht, senke ihn in das Wasser so, dass der Ueberschuss seines Gawichtes oder sein relatives Gewicht durch die Hand des Beobachters oder einen festen Arm getragen wird, also dass er den Boden des Wassergefässes nicht berührt, und lege auf die andere Waagschale so viele Gewichte = E, bis

¹ Ann. of Phil. Nro. LXIV. 318.

² Vergl. Fischer Phys. Wörterb. Th. X. 8, 448. Gött. 1827. 8. wo dasselbe gleichfalls als neu nachgetragen ist.

⁸ S. Th. L S. 395.

die Waage wieder ins Gleichgewicht gestellt ist. Wem

das absolute Gewicht eines gegebenen Volumens Wasser = Ch kannt ist, so erhält man einfach das gesuchte Volumen des Khp $\mathbf{V} = rac{\mathbf{E}}{\mathbf{C}}$. Ist der Körper beträchtlich lang, und erfordet deswegen ein etwas großes Gefäß mit Wasser, so können gesuchten Gewichte nicht vermittelst feiner Waagen in gelie ger Schärfe erhalten werden. Es ist daher in diesem Fillen wohl allgemein besser, das Gefäs mit Wasser auf einem Ist hinzustellen, den Körper an einer feinen Waage zu ter dann ins Wasser herabaulassen, und auf diese Weise seins wichtsverlust = E zu bestimmen, um vermittelst der chen Formel sein Volumen = V zu finden. sischen Massbestimmung wiegt ein Cubik - Centimeter Wasser im Puncte seiner großten Dichtigkeit 1 Gramm. 1 also bei einer solchen Wägung das erforderliche Gewicht L Grammes betragen, so ware C = 1 und V = 10 Cub. Care ter oder 0,01 Cub. Decimeter gefunden. Aus dem Vodes henden folgt von selbst, dass diese Bestimmung nur dam lig genau seyn könnte, wenn die Wägung bei 30,78C. in Puncte der größten Dichtigkeit des Wassers angestellt wärs selbst dann würde sie in sofern nicht absolut scharf seya, der von 0°C. an bis 3°,78 ausgedehnte Körper mehr W aus der Stelle treibt, als er bis zum Gefrierpuncte erkaltetver gen würde. Soll also das Volumen des Körpers bei 0º Ter ratur gegen Wasser im Puncte der größten Dichtigkeit deseit gefunden werden, so heifst das hiernach corrigirte Volume

 $V' = \frac{V(1+\triangle)}{1+Kt}$

Wenn \triangle die Ausdehnung des Wessers bei der Temperatus Wägung bezeichnet, welche aus der dieser Untersuchung ausgeschickten Tabelle entnommen werden kann, K aber cubische Ausdehnung des Körpers von 0° an gerechnet. It auf gleiche Weise auch der Rauminhalt eines gegebenent fässes durch Abwägung desselben, wenn es mit Wasser gesist, gefunden werde, versteht sich von zelbst, ist auch besieht, gefunden werde, versteht sich von zelbst, ist auch besieht gestellt der gewichtsbesomung von Lust und Gasarten. Es bedarf daher hier auch inner näheren Angabe der hierbei ersorderliehen Correctiones.

Ehe ich diese Untersnchung mit einer Tabelle beschließe, welche die gangbarsten Bestimmungen der specifischen Gewichte der am häufigsten vorkommenden Körper enthält, muss ich zuvor noch eine Bemerkung hinzusugen, welche sich auf alle bisher mitgetheilte Bestimmungen der specifischen Gewichte bezieht. Bei allen Wägungen nämlich, wodurch diese erhalten werden, sind zur völligen Genauigkeit Correctionen erforderlich, wodurch der aërostatische Einfluss der Luft anf das Gewicht der gewogenen Körper beseitigt wird, allein es ist unverkennbar, dass dieser zugleich auch die Gewichttheile selbst afficirt. zwischen finde ich ohne genaues Suchen bei keinem Schriftsteller über diesen Gegenstand eine deswegen erforderliche Correction erwähnt, und selbst Bior, welcher die Sache am ausführlichsten und genauesten dargestellt hat, gedenkt ihrer nicht. Im wesentlichen ist aber Folgendes hierbei zu bemerken. 1. Wenn zur Erhaltung des specifischen Gewichtes zwei absolute Gewichte mit einander verglichen werden, also z. B. das absolute Gewicht eines Körpers und das des Wassers, welches er aus der Stelle treibt, oder der Gewichtsverlust eines Glaskörpers im Wasser und in einer andern Flüssigkeit oder die absoluten Gewichte gleicher Voluminum von Wasserund einer Flüssigkeit, also bei den angegebenen Bestimmungen der specifischen Gewichte der Körper, sowohl der elastischen als auch der tropfbar, flüssigen und festen, so ist keine Correction wegen des Verlustes erforderlich, welchen die angewandten Gewichtstücke dadurch erleiden, dass sie nicht im leeren Raume angewandt werden, oder so viel von ihrem Gewichte verlieren, als ein ihrem Volumen gleiches Quantum Lust wiegt, welches sie aus der Stelle treiben, wenn anders beide Wägungen in Luft von gleichem Gewichte angestellt werden. In diesem Falle nämlich sind zwar beide Gewichte leichter, als sie absolut genommen seyn würden, allein in ganz gleichem Verhältnisse, und beide Correctionen heben daher einander auf 1. Werden daher zwei verglichene Wägungen zu verschiedenen Zeiten und bei merklich veränderten Barometerständen

¹ H"LLSTRÖM hat zwar bei seinen Bestimmungen der Ausdehnung des Wassers bei G. LXXVII. 161 die gebrauchten Gewichte auf den leeren Raum reducirt, allein ich meine, es uuterliege keinem Zweifel, dass diese Reduction überslüssig sey, indem man auch mit falschem Gewichten richtige Resultate eshalten würde, wenn diese nur unter sich übereinstimmten.

and Temperaturen angestellt, so ist allerdings eine Correcta erforderlich, weil dann die angewandten Gewichte das einem schwerer sind, als das anderemal, und die Vergleichung der daher nicht haarscharf seyn kann. Aber auch in diese Falle ist die Größe der erforderlichen Correction so unbedetend, dass sie ohne Nachtheil als unmerklich vernachlässigtwe-Es lässt sich nämlich voraussetzen, die Temperaturen, bei welchen die Wägungen vorgeme men werden, nichtmerklich verschieden sind, und da mu e bei an keine bestimmte Zeit gebunden ist, so glaube ich, der größte Unterschied des Barometerstandes zu 0.5 Z. agnommen werden kann. Ist dann das spec. Gew. der gebrach ten Messinggewichte nur = 8, so wird der Factor zur Comen auf den leeren Raum, oder das Verhältnis des Gewichtes is Messings zu dem der atmosphärischen Luft in genäherten We-= 0,0001624, und somit der Unterschis

beider Correctionen $= \frac{0.0001624}{56} = 0.0000029$, eine unmet-

liche Größe. 2. Wenn dagegen die absoluten Gewichte gegebener Maße von Wasser, Lust, u. s. w. bestimmt werden schen, also bei der Regulirung eines normalen Maßsystems, sist die Correction unentbehrlich, wovon im Art. Mißs die Rede seyn wird. Sind dann einmal die normalen Gewichte vomittelst dieser Correction genau bestimmt, so können nach ihnen zu jeder beliebigen Zeit andere von der nämlichen Sobstativerfertigt werden, welche dann vollkommene Genauigkeit gewähren, weil beide der nämlichen Correction unterliegen, de sich gegenseitig aussehebt.

Wenn die spec. Gew. von zwei im Wesentlichen idenschen Körpern auch mit der größten Sorgfalt bestimmt wurden so sind die Resultate dennoch zuweilen um eine Kleinigkeit wachieden. Bei Hölzern, thierischen Stoffen u. s. w. welch bald mehr bald weniger trocken sind, ist dieses nicht zu bewardern, ebenso bei Körpern, deren Mischungsverhaltniß verschieden ist, als bei Glassorten, bei solchen, welche einen höhen oder geringern Grad der Verglasung, der Zusammensinterung erlitten haben, als den Porzellanen und erdenen Kunstproducten u. dgl. m. Allein anch manche Fossilien, namentlich Edasteine und auch die Metalle, zeigen ein ungleiches spec. Gewich,

welches bei den letzteren insbesondere durch die Art ihrer Bemrbeitung, ob sie gegossen, geschmiedet, zu Draht oder zu
Blechen gezogen, gemünzt sind u. s. w. verschieden ausfällt,
wie insbesondere Brisson in seinem ausführlichen Werke 1
durch viele Beispiele gezeigt hat. Wenn die Unterschiede bedeutend sind, und ihre Kenntnis nützlich ist, z. B. bei gegossenen, geschmiedeten und zu Draht gezogenen Metallen, so
pflegt man die verschiedenen gefundenen spec. Gewichte unter
einander zu stellen, im entgegengesetzten Falle begnügt man
sich mit der genauesten bekannten Angabe, oder nimmt das wahrscheinlich richtige Mittel ans mehreren. Einen solchen Grad
von Genauigkeit, als welcher sich durch die Befolgung der
sämmtlichen angegebenen Regeln erhalten ließe, darf man von
den meisten his jetzt bekannten Angaben nicht erwarten.

HASSENFRATZ 2 hat die Bestimmungen der specifischen Gewichte sowohl der festen Körper als auch der Flüssigkeiten vermittelst der hydrostatischen Waage verdächtig gemacht, weil die Adhäsion der Flüssigkeiten an die in denselben gewogenen Korper eine nicht genau bestimmbare Unrichtigkeit herbeiführe. und daher für Flüssigkeiten das Homberg'sche Aräometer als allein zulässig empfohlen. Allein G. G. Scumint zeigt aus Theorie und Erfahrung 3, dass allerdings der Widerstand des Wassers gegen die in demselben gewogenen Korper eine Unrichtigkeit hervorbringen kann, wenn ihre Oberstäche unverhältnis-· mässig groß gegen ihre Masse ist, bei allen andern Körpern aber kein Hinderniss herbeiführt, wenn man mit einer hinlänglich beweglichen Waage operirt, bei welcher die Geschwindigkeit der Bewegung nicht in Betrachtung kommt, und die Oscillationen so langsam seyn können, als man verlangt, ohne dass dadurch der Feinheit der Bestimmungen irgend ein Abbruch geschieht. Die Adhäsion der Flüssigkeiten an die eingesenkten Körper kann aber keine Unrichtigkeit herbeiführen, weil sie nach allen Seiten wirkt, und also sich gegenseitig aufhebt. Bloss in demjenigen Falle, wenn die den Körpern adhärirende Flüssigkeit durch irgend eine Ursache dichter würde, könnte

¹ Pesanteur spécifique des Corps. cet. A Paris 1787. 4.

² Ann. de Chim. An VI. p. 188. daraus in G. I. 396.

8 G. IV. 194. Die Antwort von HASSENFRATZ auf die ihm gemachten gegründeten Einwürfe findet man in Ann. de Chim. XXXIX.

177. Vergl. v. Armm in G.-IV. 869.

sie das Gewicht desselben vermehren, was aber mit Am der ohnehin auf diese Weise nicht zu wägenden auf Substanzen kaum denkbar ist. Dass aber die, in eine bliedeit gesenkten Körper von dieser benetzt werden müssen, sie nicht durch dieselbe mit einer größeren oder gem Kraft sollen zurückgestoßen werden, ist schon oben be weswegen es nöthig ist, die Aräometer stets von Fett, lu. s. w. frei zu erhalten.

Tabellen über die specifischen Gewichte der festen! findet man von größerem oder geringerem Umfange in des sten Handbüchern der Physik und auch der Chemie. Ein ausführliche, von den Engländern vorzugsweise gebraucht GREGORY 1 zusammengestellt. Unter den älteren Tabelle die bekanntesten die von Ghetaldi2 und Henkel3, eine führlichere und genauere von B. MARTIN 4, eine von noch serem Umfange, durch GREGORY hauptsächlich benutze DAVIES 6. Eine sehr ausführliche, lange Zeit fast aussch lich gebrauchte Tabelle hat Musschenbroek 6 susammen Sie wurde zum Theil verdrängt durch das bekannte groß! von Brisson 7 über die spec. Gewichte der Körpen. Se sind eine Menge einzelner Bestimmungen berichtigt. In hung auf die Mineralien ist dieses im weitesten Umfange hen durch HAIDINGER 8, viele Bestimmungen hat auch ! PATH 9 aufzufinden gesucht, jedoch stehen diese letzten nen ersteren nach, weil HERAPATH einen allgemeinen Satt

¹ Theoretische, pruktische und beschreibende Darstelle mechanischen Wissenschaften von O. Gregory. Dentsch von Vol. I. Halle 1824.

² Archimedes promotus. Rom. 1603. 4.

⁸ Pyritologia oder Kieshistorie. Leipz. 1725. 8.

⁴ Philos. Brit, I. 216.

⁶ Phil. Trans. N. 488.

⁶ Introd. II. 536. §. 1417.

⁷ Pesunteur specifique des Corps. A Paris 1787. 4. Es 6 989 Bestimmungen, außer einer Tabelle für Hölzer und einer fize. Deutsch von I. G. L. Blumnor, mit Zusätzen von Kästser. 1795. 8.

⁸ Edinb. Journ, of Science, Nro. III. 69. VI. 241, XI.

⁹ Phil. Mag. LXIV. 822. Berzelius Jahresbericht, 1826. S.

eselben begründen wollte. In der nachfolgenden Tabelle haich mich bestrebt, die besten Angaben aufzunehmen 1, und
die Bequemlichkeit des Aufsuchens in alphabeticher Ordng so vollständig aufzuzeichnen, als dieses ohne zu großen
ifwand von Raum geschehen konnte.

Körper,	Sp. Gew.	Körper.	Sp. Gew.
hat	2,590	Auripigment(Rausch-	
iornholz + -	0,750	gelb) + -	3,48
abaster	2,700	Axinit	3,270
aun	1,714	Balsam, Peruyian.	1,150
- Erde 1,20	1,740	Baryt - 3,30	4,800
- Stein, derb	2,671	Baryum	4,000
- kryst.	2,694	Basalt 2,722	2,864
bit 2,53	2,630	Bausteine, ohngefähr	2,500
lanit 3,52	4,000	Benzoe +	1,063
uminit - 1,66	1,705	Bergkork - • 0,680	0,993
alcim	2,086	Bergkrystall 2,685	2,880
atas	3,820	Bergmehl 0,360	1,372
idalusit + 3,10	3,160	Bergtheer	1,130
hydrit - 2,70	2,899	Bernstein - 1,065	1,085
thophyllit -	3,120	- Säure -	1,350
thracit - 1,40	1,480	Bildstein	2,810
timon	6.702	Bimsstein 0,914	1,647
- Blende -	4,600	Birnbaumholz -	166,0
- Glanz -	4,600	Bitterkalk	2,878
—, Oxyd -	5,560	Bittersalz	1,750
- Silber 9,44	9,820	Bitterspath	2,926
atit 3,128	3,218	Blätterkohle - 1,27	1,340
felbaumholz -	0,793	Blattertellur - 7,00	8,910
ophyllit	2,335	Blasenstein	
ragonit	2,920	(menschl,)	1,700
senige Saure - ,	3,698	B'ei 11,352	11,445
senik	5,760	- chromsaures	
- Kies	6,127	Glanz -	7,585
- Nickel -	7,650	- Hornerz -	6,060
- Säure -	3,698	- Oxyd, ver-	0.040
best, biegs. 0,908	2,414	glaset	8,010
- gemeiner 2,050	2,800	- phosphorsau-	# 000
phalt 1,07	1,160	res	7,090
git 3,23	3,340	- Spath	6,460

¹ Unter die vorzüglichern Bestimmungen gehören die zahlreichen i Roven und Dünas, welche auf 4° C. und den luftleeren Raum regirt sind.

IV. Bd.

vermittelst eines Halters aufgehangen werden, dessen absolutes und specifisches Gewicht zugleich mit dem des zu untersuchenden Körpers gesunden wird, und daher mit letzterem verbunden eine Unrichtigkeit herbeiführt. Man hat früher vorgeschlagen, sich zum Aufhängen eines Pferdehaares zu bedienen, dessen spec. Gew. von dem des Wassers wenig verschieden ist, allein dieses wurde den Fehler nur dann aufheben, wenn man ein gleiches Pferdehaar bei der Bestimmung des absoluten Gewichtes in die Waagschale der Gewichte legte und nach dem Einsenken in das Wasser bis auf einen gleichen Theil, als welcher nicht in das Wasser getaucht ist, herausnähme, in welchem Falle der begangene Fehler verschwindend klein sevn würde, Sonst wird auch gerathen, einen sehr feinen Platindraht zum Aufhängen des Körpers zu wählen, und einen gleichen in die andere Waagschale zu legen. Hierbei wird die durch den feinen Draht verdrängte Wassermenge als verschwindend klein betrachtet, welches aber nicht in ganzer Strenge richtig ist. Am besten scheint es mir, den feinen Platindraht, woran der Körper beim Einsenken in das Wasser aufgehängt werden soll, vorher an das Häkchen der Waagschale zu hängen, in des Wasser zu senken und zu tariren, dann das absolute Gewicht des auf der Waagschale liegenden Korpers zu bestimmen, während der Platindraht stets bis zur nämlichen Tiefe im Wasser hängt, hiernächst den Körper in der Schlinge des Drahtes besestigt ins Wasser zu senken und das Gleichgewicht der Wasge wieder herzustellen, wedurch das Gewicht des durch ihn verdrängten Wassers = II gefunden wird. Bei dieser Methode fallt der angegebene Fehler völlig weg.

c. Viele Körper sind leichter als das Wasser, und gehen daher in ihm nicht unter. Diesem Hindernisse ist leicht zu begegnen. Beim Nicholson'schen Aräometer nämlich wird das untere Eimerchen so eingerichtet, dals man dasselbe umdrehen und mit seiner Wölbung nach oben richten kann, um den Körper unter dasselbe zu schieben, und es muss sür diesen Fall mit Löchern versehen seyn, damit keine Lust unter demselben abgesperrt wird, und die genaue Wägung unmöglich macht. Bei der hydrostatischen Waage ist das Versahren eben so einsach, indem an die Schlinge, welche den zu wägenden Körper aufnehmen soll, vorher ein passliches Bleigewicht gehangen wird, welches diese und den nachher hineingeknüpsten Körper im Wasser her-

abzieht. Dabei versteht sich von selbst, das jenes Gewicht, auf gleiche Weise als die Schlinge des Platindrahtes, wie so eben angegeben ist, vor der eigentlichen Wägung ins Wasser herabgesenkt, dann das Gleichgewicht der Waage hergestellt, und demnächst erst die eigentliche Wägung angefangen wird.

d. Eine nicht unbedeutende Zahl von Körpern sind von der Art, dass sie eine große Menge von Wasser in sich aufnehmen, ohne dadurch aufgelöset zu werden. Bior i nennt in diesem Falle die Bestimmung des spec. Gewichtes zweideutig, allein die Sache ist noch weit bedeutender, als sie hiernach erscheint, wenn man die Frage allgemein aufstellt, in welcher Form der Körper ihr spec. Gew. bestimmt werden soll? Wichtigkeit dieser Frage wird einleuchtender, wenn ich die Behauptung aufstelle, dass mit Ausnahme der leichteren Metalle, des gestandenen Fettes, des Wachses und einiger anderen Körper alle übrigen, namentlich die sämmtlichen Holzarten an sich specifisch schwerer sind, als Wasser. So sinken feines Sägemehl von jedem Holze, sehr fein geraspelter oder mit einer scharfen Feile gefeilter Kork, ja sogar der feine Staub auf Meublen und Büchern, welcher in den Zimmern mechanisch in die Höhe gehoben wird (sogenannte Sonnenstäubchen) und aus der Lust wieder herabfällt, im Wasser unter. Von den Hölzern ist es schon seit Junin 2 bekannt, dass viele derselben im Wasser untergehen, wenn sie eine geraume Zeit darin gelegen haben, weil sich dann eine beträchtliche Menge Wasser in ihre Poren drängt, und so folgt von selbst, dass feuchte Hölzer, wenn sie lange Zeit dem Eindringen des Wassers in ihr Inneres ausgesetzt waren, specifisch schwerer seyn müssen, als ausgetrocknete. Eine hierher gehörige Thatsache erzählt Scoresby 3, nämlich dass Holz, welches tief ins Meer gesonkt wird, durch den ungeheuren Wasserdruck so viel Wasser aufnimmt, dass es beträchtlich-schwerer als das Wasser erscheint. Die Untersuchung dieser Sache wurde durch einen Zufall in Anregung gebracht. Es

¹ Traité. I. 427.

² Phil. Trans. XXXI. 114.

⁸ Edinb. Phil. Journ. N. II. p. 363. Bei den angestellten Versuchen ist merkwurdig, dass alle dazu angewandten, bis 6348 engl. Fuss tief ins Meer hinabgesenkten Hölzer specifisch schwerer wurden als Wasser außer Korkholz, welches nur von 0,225 auf 0,478 stieg. Vgl. webend. No. XI. p. 115.

traf sich nämlich, dass das Tau an der Harpune sich um das Boot schlang, und der harpunirte Wallfisch dasselbe mit sich in die Tiefe zog, dann aber, nachdem er wieder an die Oberfläche gekommen und getödtet war, seines geringen spec. Gew. ungeachtet, durch dasselbe zum Sinken gebracht wurde, und verleren wäre, wenn man nicht das Tau durch einen Haken festgehalten hätte. Absichtlich nachher angestellte Versuche mit Hölzern, welche in beträchtliche Tiefen hinabgelassen wurde, zeigten dann das starke Eindringen des Wassers in dieselben und ihr außerordentlich vermehrtes spec. Gewicht. Eben diese ist der Fall bei verschiedenen Fossilien, namentlich den meisten Steinen, welche mit Wasser gesättigt ein weit größeres absolutes Gewicht haben, als wenn sie trocken sind, und daher bei der Bestimmung ihres spec. Gew. ganz andere Werthe in jenen Zustande als in diesem geben müssen, wie namentlich schoe BRISSON und GUYTON DE MORVEAU bemerkt haben 1.

Dass hierans eine gewisse Unsicherheit in der Bestimmus des specifischen Gewichtes mancher Körper entstehen müsse, ist keinen Augenblick zu verkennen, und hiernach muß dann and der Grad der Genauigkeit gewürdigt werden, dessen die bis jetzt bekannten Angaben fabig sind. Inzwischen glaube ich dennoch dass die Hauptsrage, nämlich wie und unter welchen Bedingungen das spec. Gew. solcher poröser Körper bestimmt werden müsse, leicht zu beantworten sey. Indem man nämlich im Allgemeinen den praktischen Nutzen berücksichtigt, kann man die Körper nicht wohl anders in Untersuchung nehmen, als wena sie sich in ihrem gewöhnlichen mittleren Zustande der Trockenheit befinden, und auf allen Fall darf man sie nicht in Pulversorn wiegen, obgleich auch disses zur näheren Erforschung ihrer eigentlichen Beschaffenheitenicht unnütz ist, und mit einen wenig bekannten, unten zu beschreibenden Apparate leicht und sicher geschehen kann.

Hiernach wird also das spec. Gewicht namentlich der Hidzer, desgleichen einiger Fossilien und unter ihnen hauptsächlich der Steine, so wie auch verschiedener anderer Kürper in ihrem am meisten regelmäßigen und gewöhnlichen Zustande mittlerer Trockenheit bestimmt. Dabei ist aber hauptsächlich zu berücksichtigen, daß verschiedene dieser Substanzen beim Einsinken

¹ Aun. de Chim. LX. 121.

ns Wasser eine große Menge desselben einsaugen, so dass es neistens unmöglich ist, die Waage zum Gleichgewichte zu brinen. Insofern aber hierbei der Körper zunehmend schwerer wird, nuss sein specifisches Gewicht wachsen, und das auf diese Weise zefundene würde in einigen Fällen mit demjenigen gar nicht übereinstimmen, was schon durch das blosse Gefühl gegeben wird. Weil eine Wägung solcher Körper im Wasser überhaupt unmöglich ist, wenn sie in demselben zerfallen, so ergiebt sich hieraus das Verfahren zur Bestimmung ihres spec. Gewichtes von Es wird nämlich zuerst ihr absolutes Gewicht $= \Pi$ gesucht, dann senkt man sie ins Wasser und lässt sie so lange darin, bis sie während einer zum Einstellen der Waage erforderlichen Zeit kein Wasser mehr einsaugen, nimmt sie heraus, legt sie in die Waagschale der hydrostatischen Waage und bringt diese wieder ins Gleichgewicht, senkt sie dann ins Wasser und notirt ihren Gewichtsverlust = P, wodurch

$$\pi = \frac{\pi}{P}$$

gegeben wird. Es ist augenfällig, dass hierdurch ihr eigentliches spec. Gew. gegeben werde, denn man erhält das Verhältnis ihres absoluten Gewichtes zu dem Gewichte eines gleichen Volumens Wasser. Auf der andern Seite ist nicht zu verkennen, dass von dem in die Masse des Korpers eingedrungenen Wasser gleichfalls Wasser verdrängt, und somit in gewisser Hinsicht der Gewichtsverlust gefunden wird, welchen dieses veranlasst, Man wiege z. B. einen lockeren Stein und finde sein abcolutes Gewicht $\Pi = 1000$ Gewichttheile, senke ihn bis zur Sättigung ins Wasser, und finde die Gewichtsvermehrung = 50 Gewichttheilchen. Nach dem Einsenken des an der hydrostatischen Waage hapgenden Körpers sey das Gewicht, welches man der Waagschale, woran derselbe hängt, zum Herstellen des Gleichgewichts zulegen muß = 240 Gewichttheile = P, so ist sein eigentliches specifisches Gewicht

$$\pi = \frac{\Pi}{P} = \frac{1000}{240} = 4,167.$$

Berücksichtigt man aber, dass die ausgesogenen 50 Gewichttheile Wasser nicht zu seiner Masse gehören, so hat man

$$\pi = \frac{\Pi}{P} = \frac{1000}{240 - 50} = \frac{1000}{190} = 5,263.$$

Körper.	Sp. Gew.	Körper	Sp. Gee
Silber, Hornerz -	4,804	Turmalin 3,0	3,300
- rothgiltig 5,42	5,830	Ulme (Stamm) -	0,671
- schwarzgilt, 5.9	6,260	U1411	9.000
weifenilt	5,322	- Glimmer 3,12	3,300
Skorodit	3,162	Wachholder	0,556
Skorodit 2,678 Sodalit 2,37	2,775	Wachs, gelbes -	0.905
Sodalit 2,37	2,490	- weilses -	0,969
Obergronair	6,400	Wacke 2,622	2.83
Speckstein Spinell 3,48 Stahl	2,600	Walkererde 1,5	2,011)
Spinell 3,48	3,64	Wallnusbaum -	0,671
	7,795	Wallrath	0.942
- Gulsst	7,919	Wallrosszahn -	1.933
Staurolith	3,720	Wasserglas	1,250
Steinkohlen 1,232	1,510	Wawellit	2,330
Steinsalz 2,143	2,412	Weiden	0,5%
Steinsalz 2,143 Stilbit 2,192 Strahlkies 4,69 Strafs 3,50	2,213	Weihrauch	1,221
Stranikles 4,09	4,840	Weinreben	1,327
Strais 3,50 Strontian 3,4	3,600	Weinsäure	1.750
- kohlens	3,958	Weinstein-Rahm	1,900
- schwefels.3,5	3,605	- Säure -	1,596
	3,900	Wernerit	2,720
Strontium . 4,0 Sülserde – –	5,000	Wismuth, gegossen	8,716
Takamahak	2,967	— gehäm — Öker	9.822
Talkerde	1,046 2,350		4.360
Talk, phosphors.	3,130	Oxyd -	8,449
Tanne, weils -	0,550.	Witherit 4,27	6,540
7- roth	0,330	Witherit 4,27 Wolfram	4,436
Taptalerde	6,500	- Säure -	7,600 6,120
Tantalit (von Ki-	0,500	Wollastonit	2,805
mito 7,6 Tellur 5,72	7,900	Wootz	7,665
Tellur 5,72	. 6,115	Würfelerz	2,990
- Wismuth	7,820	Yttererde	4,842
Tennantit	4,375	- phosphors.	4,557
Thomsonit	2,370	- schwefels.	2,790
Thon 1,80	2,630	Zink, gegoss	7,213
- Schiefer 2,67	2,880	- gehämmert l	7,861
Titan	5,300	Oxyd -	5,430
- Eisen 4,62	4,890	- Vitriol -	1,912
Oxyd -	4,240	- Spath -	4,441
Titanit 3,49	3,600	Zinn, englisch ge-	
Topas 3,49	3,560	gossen 1	7,291
— Eisen 4,62 — Oxyd Titanit 3,49 Tropas 3,49 Traganth — 1.0	1,316	gehäm-	-
Tripel 1,0	2,200	mert	7,799
Triphan	3,690	- Erz 6,51 - Kies	6,960
Türkis 2,86	3,000	- Kies	4.350

Körper.	Sp. Gew.	Körper.	: .	Şp. Gew,
Zinn-Oxydul - Oxyd (Zinn- stein) Zinnober		Zucker, weifs.	-	4,700 4,800 1,606 3,274

D. Specifisches Gewicht der Mischungen.

Sind zwei oder mehrere Körper von ungleichem specifischen Gewichte mit einander durch blosse Zusammensügung verbunden, z. B. ein hölzerner Stiel in einem eisernen Hammer, so ist das mittlere spec. Gewicht des Ganzen der Summe des der einzelnen Theile proportional. Diese Aufgabe ist so leicht, dals es genügt, sie nur mit wenigen Worten anzudeuten. Sie kommt hauptsächlich in Betrachtung bei Schiffen, Kähnen, Taucherglocken, Rettungsbooten, Schwimmgürteln u. dgl. m., wenn man spec. schwerere Körper als das Wasser durch Verbindung mit leichteren zum Schwimmen bringen oder das relative Gewicht bestimmen will, womit solche zusammengesetzte Korper untergehen. In diesem Falle muss man die Summe der Producte, welche die Volumina der einzelnen Theile in ihre bekannten spec. Gewichte geben, Jurch das Product des Volumens in das, spec. Gew. derjenigen Flüssigkeit dividiren, welche durch sie aus der Stelle getrieben wird, um das mittlere spec. Gew. zu er-'halten, und zugleich' giebt die Differenz dieser letzteren und iener ersteren Grosse das relative Gewicht, womit ein Korper entweder schwimmen oder untergehen wird. Sind daher die in irgend einem Cubikmasse ausgedrückten Volumina der verbundenen Körper = V; V'; V" V"; ihre specifischen Gewichte $= \pi; \pi'; \pi'' \dots \pi^n$ und ist das spec. Gew. der Flüssigkeit = p, so ist das spec. Gewicht des zusammengesetzten Körpers

$$n_{r} = \frac{\nabla n + \nabla' n' + \nabla'' n'' + \dots + \nabla^{n} n^{n}}{(\nabla + \nabla' + \nabla'' + \dots + \nabla^{n}) p_{r}}$$

und das relative Gewicht

 $n_{ij} = V\pi + V'\pi' + V''\pi'' + \dots + V^a\pi^a - (V+V'+V''+\dots V^a)$ p wobei der Körper in jeder Stelle der Flüssigkeit schwimmt, wenn $n_{ij} = 0$ wird, untergeht wenn n_{ij} positiv, und mit einem Theile ' über die Flüssigkeit hervorragt, wenn n_{ij} negativ wird. Manche

Körper, z. B. die thierischen, bestehen zwar aus mehreren Thelen von ungleichem spec. Gewichte, allein sie sind nicht auf gieche Weise getrennt vorhanden, um ihre Massen und spec. Gewichte einzeln bestimmen zu können, und eben so ist es der Fall mit Baumstämmen, deren Theile nicht überall von gleiches spec. Gew. sind. In diesem Falle behilft man sich bei den erforderlichen Bestimmungen mit einer Schätzung oder genahene Werthen.

Von noch größerem Interesse, als die eben erörterte Augabe ist eine andere, nämlich die Mengen der einzelnen Bestadtheile solcher Korper vermittelst des spec. Gewichtes zu finden, welche aus innigst miteinander vereinigten Substanzen bestehe. Diese Betrachtung ist schon in den altesten Zeiten angestell und unter dem Namen des Archimedeischen Problemes bekant Bereits im Art. Araeometer 1 ist nachgewiesen, dals Anchimist die Bestimmung des specifischen Gewichtes gekannt habe, cal so ist wohl nicht zu bezweifeln, das ihm diese specielk Aufgabe nicht unbekannt geblieben sey, wenn gleich die duri VITRUY 2, erzählte Anekdote und die zugleich beschriebene Methode der Untersuchung unter die Fabeln gehören, die sich au den Sagen über die allgemeine Anwendung dieser hydrostatschen Gesetze erhalten haben mögen. Es heilst nämlich, der Konig Hiero in Syracus habe eine Krone machen lassen, und dan 20 & Gold gegeben, woraus ein Künstler sie vortrefflich arbeitete. Bald verbreitete sich aber das Gerücht, es sey nicht alles Gold, sondern statt dessen ein Theil Silber dazu genommen, und Hiero, aus Verdruls darüber, betrogen zu seyn, habe sich an ARCHIMEDES gewandt mit dem Verlangen, die Sache aufzu-Dieser dachte lange darüber nach, und als er einst ins Bad stieg, bemerkte er, dass so viel Wasser aus der Wanne liel als der eingetauchte Theil seines Körpers betrug, weswegen er vor Freude über die Entdeckung unangekleidet unter dem Amrufe ευρηκα (ich habe es gefunden) nach Hause lief. er ein Gefäls mit Wasser, tauchte in dasselbe ein gewogenes Volumen Gold und mass die Menge des herausgedrängten Wassers,

¹ Th. l. S. 850.

² De Archit. L. X. Cap. III. p. 204. ed. Rode. Vergl. Q. Remmil Farrii Palarmonis de ponderibus et mensuris Lib. in A. Corn. Celsi de re med.

illte es dann wieder, tauchte ein gleiches Gewicht Silber hinin, maß das verdrängte Wasser, und fand aus der Vergleichung eider beim Eintauchen der Krone in Wasser, daß sie nicht aus einem Golde gemacht sey. Es ist aber aus den Werken des Anchimenes agenugsam ersichtlich, daß es einer solchen zuälligen Entdeckung bei ihm nicht bedurfte, um das Problem zu ösen, und dann dürfte auch die Art der Probe für die gefordette Bestimmung nicht genügt haben.

Wenn man voraussetzen darf, dass die beiden innigst vereinigten Körper, z. B. zusammengeschmolzene Metalle nach der Vereinigung ihre Dichtigkeit nicht ändern, und dass also das neut entstandene Volumen der Summe der beiden vereinten gleich ist, so folgt, dass die Dichtigkeit der Misshung der Summe der Producte aus den Dichtigkeiten in die Volumina dividirt durch die letzteren gleich seyn muss 2. Heisst also das specifische Gewicht der Mischung = s; die Volumina und Dichtigkeiten beider gemischter Substanzen V und v; D und d, so ist

$$s = \frac{VD + vd}{V + v} \dots (1)$$

Hieraus folgt von selbst, dass man aus dem spec. Gew. der Mischung und den Dichtigkeiten der einzelnen Bestandtheile das Volumen des einen finden könnte, wenn das des andern bekannt wäre, oder

$$V = \frac{v (d - s)}{s - D}$$
 also $V : v = d - s : s - D$

oder bequemer und zur Vermeidung negativer Werthe

$$V : v = s - d : D - s (2)$$

Die erstere Formel giebt das erhaltene specifische Gewicht einer Mischung, z. B. zweier Metalle. Würden also gleiche Theile Blei und Zinn zusammengeschmolzen, jenes vom spec. Gew. = 11,35 dieses = 7,29, so wäre das spec. Gew. dieser Mischung

$$\frac{1 \times 11.35 + 1 \times 7.29}{1 + 1} = 9.32$$

Die zweite giebt das Verhältnis der vereinigten Theile. Wäre

¹ In den Fragmenten seiner Abhandlung περί των ὀχουμένων βιβλ. β. sen de insidentibus humido Libb. II. in Opp. per Day. Rivaltum, Par. 1615. fol. findet sich nichts von dieser Untersuchung.

² Vergl. G. G. Schmidt Hand - und Lehrbuch. S. 164. so wie auch Musschenbroek u. a. Werke.

also das spec. Gew. eine Mischung aus Blei und Zinn = 8.35 gefunden, so gabe

$$\frac{8,305 - 7,29}{11,25 - 8,305} = \frac{1}{3}$$

das Verhältnis der Mischung. Hieraus erhält auch des Archimedeische Problem seine Auflösung. Wäre das spec. Gew. de Krone == 18 gefunden, das des Goldes und Silbers == 20 == 10 gesetzt, so war

$$\frac{18-10}{20-18}=\frac{8}{2}$$

das Mengenverhältnis der beiden Metalle. Es kann dieses aus dem Gewichtsverluste im Wasser unmittelbar gefunden weden, wie dieses durch Angnimedes geschehen seyn soll. Wu nämlich das Gewicht der Krone = p, enthielt sie von Ass Gewicht = x, von C das Gewicht = p - x, hätte sie ans Abstichend = a und aus C bestehend = c im Wasser verlow wurde dann aber der Gewichtsverlust = b gefunden, so was

$$ax + c(p-x) = bp$$
also
$$x = \frac{b-c}{a-c}p.$$

Es sey also p = 20 %. das Gold allein würde 1 %, das Siles allein 2 % verloren haben, die Krone verlor aber 1,1 %. so wat der Antheil an Golde $\frac{1,1-2}{1-2} \times 20 = 18$ %. Werden die Körper nicht nach dem Volumen, sondern nach der Masse oder dem Gewichte gemischt, so ist m = v d und v = $\frac{m}{dl}$. Diese giebt für die Formel 1:

$$s = \frac{M+m}{\frac{M}{D} + \frac{m}{d}} = \frac{(M+m) D d}{M d + m D} \cdots (3)$$

und für die Formel 2;

$$\frac{M}{D}: \frac{m}{d} = s - d: D - s$$

oder
$$M : m = D (s-d) : d(D-s) (4)$$

Die hierbei zum Grunde liegende Voraussetzung übrigen, nämlich dass die Korper nach ihrer Verbindung ihr Volumen bebehalten, ist keinesweges genau richtig, indem vielmehr die meisten, wo nicht alle, eine Zusammenziehung erleiden, welche

och außerdem nach dem Quantitativen der einzelnen Bestandneile verschieden ist. Mit dem Probleme, aus dem spec. Gew. er Mischung und den bekannten spec. Gewichten der einzelnen lestandtheile das quantitative Verhältniss der letzteren zu finden. aben sich daher seit den ältesten Zeiten viele Gelehrte beschäfigt. GLAUBER 1 gols in einerlei Kugelform 2 Kugeln von Kufer und 2 von Zinn, schmolz nachher alle 4 zusammen, und rhielt nicht völlig 3 Kugeln in der nämlichen Form, ein zu rover Versuch, als dass er wissenschaftlichen Werth haben könnte. SRART, GELLERT und Zeiher stellten 1736 und 37 eine Reihe 70n Versuchen an, um die Zusammenziehung gemischter Mealle aufzusinden2, Einsponn3 handelt von dem Einslusse dieser Zusammenziehungen auf das Archimedeische Problem, und HAHN bringt noch mehr Erfahrungen von Mischungen anderer Bubstanzen bei. Am vollständigsten ist KAESTNER 5 in seiner Prüfung der bis dahin bekannten Untersuchungen, und er schlägt zugleich neue Versuche vor, um den Gehalt der Metalle dieser Abweichung ungeachtet durch Abwägung im Wasser zu finden. Unter den Mischungen geben Gold und Silber, Silber und Kupfer, Silber und Zinn, Zinn und Blei die geringste Abweichung, weswegen man auch bei dem vorzüglich großen spec. Gew. des Goldes die Aechtheit der Goldmünzen durch Wägen im Wasser leicht auffinden kann, ein Mittel, dessen man sich in älteren Zeiten vorzugsweise bediente.

In polizeilicher Hinsicht ist es sehr wichtig, den Gehalt der zinnernen Geräthe, welcher in den meisten Fallen weit geringer zu seyn pflegt, als er gesetzlich seyn soll, genau auszumitteln. Die bedeutendsten Untersuchungen hierüber sind angestellt durch

¹ Furni novi philosophici oder Beschreibung einer uegen Destillirkunst. Amst. 1661. 8. Vergl. Bechen Chymische Concordanz Halle. 1726. 4. S. 109.

² Comm. Petr. XIII. XIV. Zeinen Programma mixtionum metallicarum examen hydrostaticum. Viteb. 1764.

⁸ Untersuchung, wie weit durch Wasserwägen der Metalle Reinigkeit könne bestimmt werden. Erlang. 1745. 8.

⁴ De efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus. L. B. 1751, 4.

⁵ De mixtorum examine hydrostatico, in Nov. Comm. Gott. 1775.

H. T. Scheppen 1, Axel Bergenstierna 2 und Wuchen! Letzterer weiset vorerst durch eine große Menge Angaben 22 dass die Bestimmungen des spec. Gewichtes von Blei sowoh, auch von Zinn außerordentlich von einander abweichen, und lange diese nicht genügend ausgemittelt sind, ist es kann mig lich das Mischungsverhältnis beider aus dem gefundenen per Gew. genau zu bestimmen. Er selbst fand für engl. Blockin bei 17° R. aus 6 Versuchen im Mittel 7,279 und für sächsische Rosenzinn aus 3 Versuchen 7,293; für das sogenannte Hausblei bei 18,03 R. Temperatur 11,310 und für Blei aus Bleimce reducirt 11,322. Die Versuche, nach diesen Bestimmungen rechnet, ergaben, dass die specifischen Gewichte der Mischuse bis auf unbedeutende Abweichungen mit denjenigen Resiten übereinstimmten, welche durch die Berechnung nach oben gegebenen Formel (3) erhalten wurden. also angenommen werden, dals die Zusammenziehung der &schung beider Metalle nur unmerklich ist, und also das Quanttative der Bestandtheile nach den hierüber mitgetheilten Regin gefunden werden kann. Dieses ist im Ganzen auch das Remit der neuesten Untersuchungen, welche Kurfer über diesen Ge genstand angestellt hat 4. Sehr weitläuftige Versuche zur Erforschung des spec. Gewichtes der Mischungen aus Blei und Zin hat MEISSNER 5 angestellt, solche künstlich bereitete im Waser gewogen, und die erhaltenen Werthe für die Zusammensetzugen von 1 pC. Zinn bis 100 pC. in einer Tabelle zusammengestellt. Ich habe die dort mitgetheilten Bestimmungen mit derjenigen verglichen, welche durch die Formel erhalten werden, und dabei gefunden, dass sich aus den Unterschieden kein bestimmtes Gesetz folgern läßt, daß diese vielmehr als Fehler der Es scheint mir daher überslüssig, Versuche anzusehen sind. diese Tabelle ganz oder zum Theil aufzunehmen, da man de Gesuchte jederzeit leicht nach der Formel finden kann, wobeis nur hauptsächlich auf eine richtige Bestimmung des spec. Gr

¹ Schwed. Abh. 1755. S. 134.

² Ebend. 1780. S. 144,

³ Ueber die specifisch. Gewichte des Zinnbleies u. s. w. Proburg 1817.

⁴ Kastner Arch, VIII. 831.

⁵ Die Arneometrie in ihrer Anwendung auf Chemie und Technik Wien 1816. fol. S. 59.

wichtes der beiden Bestandtheile ankommt ¹. Meissnen bemerkt zugleich übereinstimmend mit dem, was oben gesagt ist,
lase ein Zusatz von einem andern Metalle, z.B. Wismuth, Spiesglanz n. s. w. die Probe sehr unsicher macht. Unter allen den
genannten Untersuchungen sind die von Bengenstienna am
meisten bekannt geworden, und man findet sie daher häusig erwähnt. Namentlich hat Gunton ² sie in der Art reducirt, dass
er das spec. Gew. der Mischungen aus Zinn und Blei auf destillirtes Wasser zurückführt und in einer vollständigen Tabelle zur
Auffindung des quantitativen Verhältnisses beider Metalle für
einzelne Procente zusammenstellt.

Auch die Verbindungen von Kupfer und Zinn in verschiedenen quantitativen Verhältnissen kommen häufig vor, jedoch sind die spec. Gewichte derselben noch nicht so vollständig und genau mit denjenigen verglichen, welche aus dem Mischungsverhältnisse der Bestandtheile folgen, als dieses beim Zinnblei geschehen ist. Darf man indess die wenigen hierüber vorhandenen Bestimmungen als genau betrachten, so folgt aus ihnen, dass beide Metalle dabei eine bedeutende Zusammenziehung erleiden oder wechselseitig zwischen ihre Poren eindringen, weil sonst das spec. Gewicht nicht größer seyn könnte als das des schwersten. Es wird nämlich das spec. Gewicht des Kupfers = 8,788, des Zinns = 7,291 angegeben, von 6,25 Th. Kupfer und 1 Th. Zinn aber = 8,87; von 3 Th. Kupfer und 1 Th. Zinn = 8,879; von 1 Th. Kupfer und 1 Th. Zinn = 8,468. welches nach Rechnung vielmehr einem Verhältnisse beider Metalle = 1177: 320 zugehörte3; von 1 Th. Kupfer auf 3 Th. Zinn = 7,843, wosür die Formel 552:955 giebt; endlich von

$$\frac{=10.2-7.28}{11.52-10.2}=\frac{2.92}{1.12}=\frac{73}{28}$$

¹ Es wird genügen, die Verfahrungsart nur an einem Beispiele zu zeigen. Gesetzt das spec: Gew. des Bleies sey = 11,53 des Zinnes = 7,28, des zu prüfenden Geschirres = 10,2 gefunden, so wurde das Mischungsverhältnis beider Metalle nach der Formel No. 2

seyn, und es wären also 73 Th. Blei gegen 28 Th. Zinn in der Mischung vereint. Nach Kuppen a. a. O. findet indes allezeit Ausdehnung statt, wonach also der Zinngehalt eher zu groß als zu klein gefunden würde.

² Ann. de Chim, XXI. 23.

⁸ Die Angabe des spec. Gew. der Mischung ist nach Chauder. Nimmt man statt dieser die von Baiche = 8,79, so kommt diese dem

1 Th. Kupfer und 10 Th. Zinn = 7,472, statt dessen man 13d Rechnung = 181 : 1316 oder 1,37 : 10 erhält 1.

Nicht minder wichtig ist die Aufgabe, aus dem specifischen Gewichte der Flüssigkeiten das quantitative Verhältnis der Bestandtheile zu erforschen. Es versteht sich von selbst, dass des selbe allgemein seyn und sich auf alle Mischungen der verschen denartigsten Flüssigkeiten, welche durch die Verbindung wich wesentlich chemisch verändert oder zersetzt werden, desgleichs auf die verschiedenartigsten Salzauslösungen beziehen muß. It dieser Aussührlichkeit vollständig behandelt würde aber der Gegenstand ein eigenes Werk erfordern, und es können daher hie nur die Hauptsachen kurz angegeben werden.

1. Mischungen von absolutem Alkohol und Wasser in nicht blos fur den Chemiker und Pharmaceuten, sondern selbe für den Techniker und Oekonomen, und hauptsächlich auch a Beziehung auf den Handel von großer Wichtigkeit. Rücksicklich des letzteren soll namentlich nicht das in den Mischungen beider Substanzen enthaltene Wasser, sondern pur der rem Spiritus versteuert werden, weswegen ein Mittel zur genane Bestimmung des Quantitativen beider Bestandtheile in diese Mischungen von großer Wichtigkeit ist, wenn der Staat wede betrügen noch betrogen werden will. Dieser Umstand vermlasste die weitläuftigen Versuche, welche Blagnen und Gilen in Folge einer Aufforderung der Regierung anstellten, um der Gehalt an reinem Alkohol bei verschiedenen Temperaturen aufzufinden 2. Die außerordentlich umfangende Arbeit dieser Gelehrten beträgt im Ganzen 102 Tabellen, und die dabei zun Grunde liegenden Versuche sind mit vorzüglicher Genauigkeit angestellt, allein da der hierbei gebrauchte Alkohol bei 60° F. (15,05 C.) ein spec. Gew. = 0,825 hatte, so war er nicht rein. und die ganze mühvolle Arbeit wird also hierdurch unbrauchbs

Die größte und sicher nicht leicht zu übertreffende Arker über diesen nämlichen Gegenstand sowohl rücksichtlich der Recheit der gebrauchten Substanzen als auch der Feinheit der Ap-

Eigengewichte des Kupfers bis auf einen verschwindenden Unterschied gleich, und man müßte also annehmen, dass das Zinn sich genau bis zur Dichtigkeit des Kupfers zusammenzöge.

¹ L. GMELIN Handb. d. theor. Chem. I. 1277.

Phil. Trans. 1794. I. 275. Vergl. Ranster in Ann. de Chin.
 XIII. 248. u. m. a.

parate, der Genauigkeit der Versuche und Schärfe der Rechnung hat TRALLES 1 gleichfalls auf Veranlassung der Regierung zum Behufe richtiger Versteuerung geliefert. Den hierzu verwandten Alkohol erhielt er durch Rosz, und derselbe kann füglich als absoluter angesehen werden, da er bei 60° F. ein spec. Gewicht == 0.7939 gegen Wasser als Einheit bei der nämlichen Temperatur zeigte, die Wägungen wurden vermittelst der im Art. Arcometer 2 beschriebenen Senkwaage angestellt und genau nach den Temperaturen corrigirt, als Mass diente ihm aber ein Glas mit eingeriebenem Stöpsel, welches zwar dem Homberg'schen Gläschen nachsteht, aber in so geschickten Händen ohne Widerrede hinlänglich genaue Resultate giebt. Letztere sind von ihm in einer Menge von Tabellen hauptsächlich für die bei den verschiedensten Arten der Messungen in Betracht kommenden Temperaturverschiedenheiten zusammengestellt, indess wird es hier genügen, nur die hauptsächlichste aufzunehmen, nämlich diejenige, welche den Gehalt an absolutem Alkohol bei der Normaltemperatur der Versuche, nämlich 60° F. = 12,°45 R. = 15,°56 C. darstellt; denn da man diese Temperatur zu allen Jahreszeiten leicht erhalten kann, so lässt sich aus ihr leicht der Gehalt an absolutem Alkohol in einer gegebenen Mischung finden.

						_	
pC. Alk.	spec. Gew.	pC. Alk.	spec. Gew.	pC. Alk.	spec. Gew.	pC. Alk.	Spec.
1	9976	17	9781	33	9609	49	9354
2	9961	י 18	9771	34	9596	50	9335
3	9947	19	9761	35	9583	51	9315
4	9938	20	9751	36	9570	52	9295
5	9919	21	9741	37	9556	53	9275
6	9906	22	9731	38	9541	54	9254
7	9893	23	9720	39	9546	55	9234
8	9881	24	9710	40	9540	56	9213
9	9869	25	9700	41	9494	57	9192
10	9857	26	9689	42	9478	5 8	9170
11	9845	27	9679	43	9461	59	9148
12	9834	28	9668	44	9414	60	9126
13	9823	29	9657	45	9427	61	9104
14	9812	30	9646	46	9409	62	9082
15	9802	31	9634	47	9391	63	9059
16	9791	32	9622	48	9373	64	9036

¹ G. XXXVIII. 850.

² Th. I. S. 390.

pC, Alk.	spec. Gew.	pC. Alk.	spec. Gew.	, pC. Alk.	spec. Gew.	pC. Alk.	Spec. Gest.
65	9013	74	8791 `	83	8547	92	825
66	8989	75	8765	84	8518	93	823
67 •	8955	76	8739	85	8488	94	814
68	8941	<i>7</i> 7	8712	86	8458	95	815
69	8917	78	8685	87	8428	96	8119
70	8892	79	8658	88	8397	97	80.7
71	.8867	80	8631	89	8365	98	884
72	8842	81	8603	90	8332	99	79%
73	8817	82	8575	91	8299	100	7929

Die Tabelle giebt die Procente des Alkohols in einer gebenen Mischung an, indess versteht es sich von selbst. & hierdurch das Mass auf gleiche Weise erhalten werde. Warb nämlich das spec. Gew. des Branntweins = 8397 bei der auggebenen Normaltemperatur gefunden, so konnte man hieraus wasen, dass in 100 Massen 88 Mass absoluter Alkohol enthales seven. Ferner begreift die Tabelle nur die ganzen Process. aus denen die Bruchtheile aber leicht zu finden sind. B. die Mischung ein spec. Gew. = 9605, das Wasser = 1000 gesetzt, so enthielte er 33 pC. und einen Bruchtheil Alkold. Letzteren zu bestimmen zieht man die Zahl von der nächst biheren, nämlich 9609 ab und erhält = 4. Der Unterschied die ser Zahl und der nächstfolgenden = 9596 ist 13, also enthal der Branntwein 33 n. pC. Alkohol. Erlitten die Bestandthe bei der Mischung keine Zusammenziehung, so würden nach Abzug dieser 33 4 Mass Alkohol 66 1 Mass Wasser bleiben. B ist indels augenfällig, dals die Volumina größer werden würden wenn man beide Bestandtheile wieder trennen und einzeln mesen könnte, und es bleiben daher nur die Masse des Alkohok richtig, weil die Bestimmungen des spec. Gew. durch Wagugen gleich großer Massen von bestimmtem Alkoholgehalte gefunden sind.

Auch ohne höhere Aufforderung ist diese wichtige Aufget von verschiedenen Gelehrten mit vielem Fleise untersucht. Lewinz war der erste, welcher zeigte, dass Blaeden und Geren bei ihrer weitlauftigen Arbeit sich keines absoluten Allenhols bedient hatten, indem der von ihm dargestellte, nach allen damit angestellten Proben völlig wasserfreie, bei 16° R. nur 791

¹ V. Crell's chem. Ann. 1796. I. 195.

pec. Gew. hatte. Den hiernach reinen Alkohol mischte Lo-FITZ mit Wasser, und stellte nach den gefundenen spec. Gevichten eine Tabelle für den Alkoholgehalt solcher Mischungen inf, welche gewiss sehr genau ist, allein die mitgetheilte von CRALLES macht es überflüssig, auch diese aufzunehmen, indem ene auf allen Fall größeres Vertrauen verdient. Hiervon liegt ter Grund vorzüglich in dem Umstande, dass Lowitz sowohl Is auch RICHTER, 1 welcher den nämlichen Gegenstand mit rolser Sorgfalt und Mühe bearbeitete, von dem irrigen Grundatze ausgingen, die Zusammenziehung beider Flüssigkeiten bei hrer Vereinigung bilde eine gleichmäßig fortschreitende Progression. Hierdurch aber waren sie nicht nur bei ihren Versnhen befangen, sondern änderten die Resultate derselben hier-1ach ab. Bloss der Erfahrung folgte dagegen MRISSERB,2 stellte len Alkohol von gleicher Reinheit her als jene, und bestimmte las spec. Gew. der Mischungen desselben in den verschiedenen quantitativen Verhältnissen. Die hierbei erhaltenen Werthe stimmen sehr genau mit den von TRALLES gefundenen überein, wenn man berücksichtigt, dass letzterer 60° F. ersterer aber 68° F. als Normaltemperatur annahm. Eine Aufnahme der von MEISSNER mitgetheilten Tabelle scheint mit indess überslüssig. obgleich sie neuer ist, als die von TRALLES, allein sie hat durch G. G. SCHMIDT 3 einen schätzbaren Zusatz erhalten, welcher wegen seiner Einfachheit in vielen Fällen mit großem Nutzen gebraucht werden kann. Es haben nämlich sowohl Gillen als such TRALLES den Einflus der Temperatur bei der Bestimmung les spec. Gew. der Mischungen von Alkohol und Wasser, welcher nothwendig berücksichtigt werden muss, wenn man ausdiesem auf das quantitative Verhältniss beider Bestandtheile . schließen will, in weitläustigen Tabellen dargestellt. Staming dagegen stellt den Satz auf, dass die Grosse der Ausdehnung jener Mischung der Summe der Ausdehnungen beider Bestandtheile proportional sey, und die Richtigkeit dieser Behauptung findet sine auffallende Bestätigung in einer Vergleichung der hiernach herechneten Werthe mit den durch Gillein aus Erfahrung gefundegen, deren Zuverlässigkeit nicht wohl zu bezweifeln ist. Hei-

¹ Ueber d. neueran Gegenstände der Chemie St. 8, 8. 67.

² Aracometrie u. s.w. 8. 81.

⁵ Hand - und Lehrbuch d. Naturlehre, S. 166.

IV. Bd. Ggggg

fisen demnach die Ausdehnungen der beiden Bestandtheile auf bihre Massen m und n, und ist ihre Dichtigkeit = d, wis die Vermehrung dieser letzteren = $\left(\frac{am+bn}{m+n}\right)d$. Scaur fand aber für die Temperaturen zwischen 15° und 30° R. Ausdehnung des Wassers für 1° R. = 0,000443 des Weisestes = 0,00148 und berechnete hiernach die in der Tabellen aufgenommenen Werthe.

,	pC. Alk.	spec. Gew.	Aenderung d	l. spec. Gew.
 				
•	100	0,791	0.00117	0,000936
1 .	. 95	0,801	0,00113	0,000908
' \	90	0,818	0,00110	0,000880
,	85	0,813	0,00108	0,000869
•	`80	0,843	0,00107	0,000856
1 1	73	0,856	0,00105	0,000835
\	70	0,868	0,00102	0,000816
,	65	0,880	0,00098	0.000788
•	60	0.892	0,00095	0,000760
, ,	55	0,904	1,00091	0.000734
	50	0,915	0,00088	0.000704
	45	0,926	0,00084	0.000672
	40	0,937	0.00080	0,000640
. \	35	0,947	0.00076	0,000608
•	30	0,955	0.00073	0,000576
• .	25	0,963	0,00067	0,000540
•	20	0.970	0,00063	0,000504
	15	0,977	0,00058	0,000465
• • ,	10	0,984	0,00053	0,000424
	. 5	0,992	0,00048	0,000389
•	0]	1,000	0,00044	0,000354

Obgleich nach diesen vorausgegangenen vielfachen wiehr schätzbaren Arbeiten auf diesem Felde der Forschusse deine Ausbeute mehr zu erwarten schien, so hat dennoch kürzlich Delezenne i sehr mühsame und umfangende Vennengestellt, um das spec Gew. der Mischungen von Wasser Alkohol bei verschiedenen Temperaturen zu finden. Die er

¹ Recueil des Trav. de la Soc. des Sc. de l'Agric. et des and de Lille. 1828 und 24. p. 1. Eine altere, minder wichtige Bearbetung dieses Gegenstandes, namlich Table exacte de la Pesantest spéc de Mélanges d'alcool et d'eau cet. par M. de Gouvernair. Dijon 1855 mag nur historisch erwähnt werden.

en sehr sorgfältigen Verfahrens und nach der Vergleichung mit indern entschiedenen Thatsachen vorzüglich genau, und sind in ler Hinsicht insbesondere schätzbar, weil sie von 0° C. ausgenen und bis 54° C. durch leichte Interpolation anwendbar sind. Delezenne bediente sich eines absoluten Alkohols, welcher lurch viermaliges Abziehen über salzsauren Kalk im Marienwade erhalten war, und bei 50° C. gegen Wasser bei derselben Temperatur ein spec. Gew. = 0,81190 hatte.

Dichtigkeiten

C. d. Alk.	bei 0°	bei 18°	bei 36°	bei 54°
0	1,00000	0,99855	0,99351	0,98721
5	0,99130	0,98983	0,98520	0,97736
10	0,98504	0,98261	0,97684	0,96805
15	0,98007	0,97587	0,96853	0,96050
20	0,97596	0,96974	0,96084	0,95054
25	0,97145	0,96312	0,95254	0,94097
30	0,96579	0,95588	0,94395	0,93166
35	0,95886	0.94682	0,93453	0,92133
40	0,95006	0,93781	0.92402	0,91058
45	0 93994	0.92733	0,91303	0,89963
50	0:93047	0,91682	0,90259	0.88801
55	0.92039	0:90605	0.89044	0.87594
60	0.90909	0,89474	0.87962	0.86382
65	0,89791	0,83388	0.86763	0.85194
70	0,88649	0,87180	0,85582	0,84047

0,85974

0,84834

0,83561

0.82310

0.80974

0,79539

75

80

85

90

95

100

0.87496

0.86325

0,85111

0,83840

0.82522

0.81190

2. Verschiedene Säuren, namentlich die Schwefelsäure, Salpetersäure u. a. lassen durch ihr spec. Gew. auf das Quantitative
ihres Mischungsverhältnisses schließen, und nicht minder ist
idieses der Fall bei einigen durch. Verbindung eines Gases mit
Wasser gebildeten Flüssigkeiten, wie die Salzsäure, Hydrothionsäure, das liquide Ammoniak u. a. sind. Auch die Aetherarten,
das Petroleum und viele endere Flüssigkeiten werden durch Auffindung ihres spec. Gewichtes auf ihre Reinheit geprüft. Die
Chemiker, für welche diese Untersuchung von großer Wichtigkeit ist, haben daher genauere Bestimmungen hierüber durch ei-

0.84386

0.83191

0.81975

0,80722

0,79385

0,78013

0.82884

0.81693

0,80414

0,79099

0,77790

0.76436

nen großen Aufwand von Zeit und Mühe zu erhalten gesack. Weil aber dieser Gegenstand dem Wesen nach ausschließlich is das Gebiet der Chemie gehört, ¹ so beschränke ich mich hier bie auf die Mittheilung der durch Unz ² aufgestellten Tabelle der Dichtigkeiten, welche die drei gangbarsten Mineralsäuren mit ihrem verschiedenen Gehalte an wirklicher Säure zeigen, inder bei diesen, umgekehrt als beim Alkohol, das spec. Gewicht inimmt, je mehr sie mit Wasser verdünnt werden.

pC. nach Maßen	Sp. Gew. Schwefels.	Sp. Gew. Salpets.	Sp. Gew. Salzs.		
100	1,8485	1,5000	1,1920		
90	1,8815	1,4730	1,1735		
80	1,7120	1,4385	1,1550		
70	1,5975	1,3945	1,1351		
60	1,4860	1,3427	1,1155		
50	1,3884	1,2887	1,0960		
40	1,2999	1,2277	1,0765		
['] 30	1,2184	1,1645	1,0517		
20	1,1410	1,0764	1,0389		
10	1,0682	1,0485	1,0190		

3. Von großer Wichtigkeit ist die Bestimmung des Gehalts der Salzlösungen im Wasser durch das specifische Gewicht der selben. Eigentlich ist die Aufgabe ganz allgemein, und fordert dass aus dem spec. Gew. aller möglichen Lösungen der verschiedenartigsten Salze und sonstiger im Wasser lösbaren Substante der Gehalt derselben aufgefunden werde. Die Aufgabe ist hauptsächlich in technologischer Hinsicht z. B. für Kochsalz-, Soda-Pottasch-, Salpeter-, Alaun-, Vitriol-, Bleizucker-, Grüsspan-Siedereien u. s. w. von großer Bedeutung, kann aber in dieser Allgemeinheit nicht in den Bereich dieses Werkes gewienser Aufgemeinheit nicht in den Bereich dieses Werkes gewienser Substanzen überlassen bleiben. Die wichtigste unter der angegebenen Substanzen ist ohne Widerrede die Kochsalzungen werden, und diese am meisten untersucht ist, wovon im eine kurze Uebersicht Platz-finden möge.

Die altesten mir bekannten Tabellen über den Gehalt der

¹ Man findet das dazu Gehörige nebst einer Nachweisung der Quellen ausführlich in den größeren Handbüchern der Chemie z. 2 von Thomson, Benzelius, Gmelin, Meissnen, Scholz u. a.

^{2 &}amp; Schmidt Hand - und Lehrbuch a. a. O.

Salzsolen hat LAMBERT 1 als Resultat seiner hydrostatischen Wägungen in großer Vollständigkeit aufgestellt. An diese hat man sich meistens gehalten, wenn es darauf ankam, den Salzgehalt in Solen zu bestimmen, bis sie durch eine eben so grundliche als ausführliche Bearbeitung dieser Aufgabe von Joh. Ann. Biвснов 2 übertroffen wurden. Es wird hierin zuerst in Gemalsheit genauer Wägungen gezeigt, wie aus dem spec. Gew. irgend einer Salzsole, welches zwischen dem geringsten des reinen Wassers und dem größten einer vollständig gesättigten liegt, der Salzgehalt durch Rechnung nach einer allgemeinen Formel gefunden werden konne. In der wirklichen Anwendung muß man aber berücksichtigen, dass die aus der Erde erhaltenen Solen keineswegs so, wie die künstlich bereiteten, aus einer Anflosung des reinen Kochsalzes in reinem Wasser bestehen, sondern auf mannigfaltige Weise verunreinigt seyn können. Dabei versteht es sich dann von selbst, dass man zu solchen Versuchen nur die bereits durch längeres ruhiges Stehen von erdigen und sonstigen mechanisch fortgerissenen Theilen befreieten Solen wählen wird, allein so hell und rein dieselbe auch seyn mag, so ist sie doch nie ganz frei von andern aufgelöseten Salzen, als salzsaurem Kalk, salz. Magnesia u. s. w. Der eigentliche Gehalt der Solen kann daher nur durch eine chemische Analyse gefunden werden; weil aber die fremdartigen Bestandtheile allezeit oder mindestens größtentheils nur in sehr geringer Menge beigemischt sind, so giebt doch das spec. Gew. den Salzgehalt der Solen nahe genau, und völlig genau, wenn das quantitative Verhältnis der beigemischten heterogenen Salze bei der aus der nämlichen Quelle erhaltenen Sole ein für allemal bestimmt ist. Biscuor gieht ferner Anleitung, auf welche Weise das bei verschiedenen Temperaturen gesundene spec. Cew. der Solen auf die bestimmte Normaltemperatur reducirt, und somit der Gehalt derselben gefunden werden konne, außerdem aber hat er für diesen Zweck sehr ausführliche Tabellen beigefügt, bei dehen die auf ihre Bezechnung verwandte Muhe und Geduld wahrhaft Bewunderung verdient. Weil es aber selbst für den praktischen Gebrauch ungleich leichter ist, die Normaltemperatur von 15° R. herzustel-

¹ Hist, de l'Acad. de Prusse. 1762, T. XVIII. p. 27. Bine kleine schr unvollkommene Tabelle findet sich in Schwed. Abh. V. 197.

² G. XXXV. \$11. ff. Ll. 397.

len, und dabei die zur Prüfung erforderliche Wägung vorzachmen, als die bei einer andern Temperatur angestellte meh in Formel zu corrigiren, oder sich in den weitläuftigen Tabelin zu orientiren, so theile ich hier bloß einen Auszug aus den in 15° R. entworfenen Tabellen für die Löthigkeit oder den wirlichen Salzgehalt der Solen mit 1, welche Bestimmungen durch eine leichte Interpolation für alle möglichen Fälle genügen. Hen bezeichnet sp. Gew. das specifische Gewicht der Solen, und fidie Procente des Salzes, oder die Gewichttheile des Salzes, wiches aus hundert Gewichttheilen der Sole erhalten wird, und der Voraussetzung, dass sie bloß reines Kochsalz und ohne Bemischung sonstiger Salze enthalte.

•			•		
Sp. Gew.	pC.	Sp, Gew.	.pC.	Sp. Gew.	P.G.
1,0025	0,355	1,0725	10,016	1,1425	19,15
1,0050	0,709	1,0750	10,351	1,1450	19,5%
1,0075	1,063	1,0775	10,686	1,1475	19,83
1,0100	1,416	1,0800	11,021	1,1500	20,151
1,0125	1,768	1,0825	11,354	1,1525	20,47
1,0150	2,111	1,0850	11,687	1,1550	20,79
1,0175	2,470	1,0875	12,019	1 1575	21,108
1,0200	2,820	1,0900	12,352	1,1600	21,15
1,0225	3,170	1,0925	12,684	1,1625	21,78
1,0250	3,518	1,0950	12,973	1,1650	22,03
1,0275	3 866	1,0975	13,345	1,1675	22.374
1,0300	4,214	1,1000	13,674	1,1700	22.63
1,0325	4,560	1,1025	14,004	1,1725	23.004
1,0350	4,906	1,1050	14,333	1,1750	23,313
1,0375	5,207	1,1075	14,661	1,1775	23,632
1,0400	5,596	1,1100	14,988	1,1800	23,915
1,9425	5,940	1,1125	15,315	1,1825	24,258
1,0450	6,283	1,1150	15,641	1,1850	245.0
1,0475	6,626	1,1175	15,968	1.1875	2489
1,0500	6,968	1,1200	16,292	1,1900	25,194
1,0525	7,309	1,1225	16,617	1,1925	25,505
1,0550	7,607	1,1250	16,941	1,1950	25,81
1,0575	7,989	1,1275	17,265	1,1975	26,15
1,0600	8,329	1,1300	17,588	1,2000	20,43
1,0625	8,667	1,1325	17,911	1,2025	26,745
1,0650	9,005	1,1350	18,233	1,2050	27,053
1,0675	9,343	1,1375	18,555	1,2075	27,30
1,0700	9,680	1,1400	18,875	1,2078	27,401

¹ Dieselben Tubellen nebst gehaltreichen Bemerkungen und fer meln, den Sulzgehalt der Soleu, ihre Gradirung und ihr Verueden be-

Da diese mitgetheilte Tabelle für den Zweck dieses Weremugt, so beschränke ich mich auf eine bloße historischen De der sonstigen vorzüglicheren Bemühungen, den Salzgeler Solen aus deren spec. Gew. zu bestimmen. Dahin gehört tsächlich eine Abhandlung von Schlöbbach 1, welcher, em Gew. des trockenen Salzes und des zu seiner Auflösung derlichen Wassers nebst der mit der Vereinigung beider verenen Zusammenziehung des letzteren eine Formel zur Berung des quantitativen Verhältnisses beider vereinter Suben ahleitet. Es lässt sich dabei nicht annehmen, dass das elosete Sale blos in die Zwischenraume des Wassers dringt, elchem Falle das Volumen des letzteren nicht vermehrt werwurde, noch auch dals die Wassertheilchen um so viel von n der getrennt werden, als das Volumen des aufgelösten Salbeträgt, weil sonst das spec. Gewicht der Mischung genam arithmetischen Mittel beider vereinter Substanzen gleich 1. müsste, vielmehr zieht sich das Wasser durch die Verhing mit, dem Salze um, einen der Quantität des letzteren protionalen Theil zusammen, wie schon oben erwähnt jet? Dala h den Beobachtungen von THILLAYE 3 die Mischungen aus ohol und Wasser eine Zusammenziehung erleiden, so lange Menge des ersteren größer ist, als die des letzterent, weiter ir diesen l'unct hinaus aber sogar eine, Vermehrung, beweinicht sowohl, dass die letztere eine absolute sey, als vielhr eine relative in Beziehung auf die ungleich stärkere Volunsverminderung bei der Vereinigung von wenigem Wasser t vielem Alkohol, ist aber rücksichtlich der dennoch frei wernden Warme von großer Wichtigkeit.

Auf welche Weise das specifische Gewicht bei gemischten bstanzen zu erhalten sey, dieses naher anzugeben, ist nicht erderlich, indem es sich von selbst versteht, dass dasselbe ganz f die ohen aussuhrlich beschriebene Art mit größerer oder gerigerer Genauigkeit gefunden werden könne. In der Regel aben heuen diejenigen, welche zum Behuse der Steuererhebung oder

effend, von demselben Verf. finden sich in Archiv für Bergbau und attenwesen. Von C. J. B. Karsten. XI. 211.

¹ In G. XI. 175.

^{2 8.} Flüssigkeit 8. 480.

³ Journ. des Mines XXIX. darans in G. XLVI. 194.

bei technischen und Fabrikanstalten das spec. Gew. der gu ten Flüssigkeiten zu bestimmen wünschen, die zur vollier matigkeit unentbehrlichen weitläuftigen Rechnungen, mi auch oft durch äufsere Verhältnisse genöthigt, die Bestim der spec. Gew, in kurzer Zeit mit dem für ihren Zweck! chenden Grade der Schärfe zu suchen, Hierfür sind de meter mit festen Scalen 1 am geeignetsten, und namen TRALLES Tabellen berechnet, nach denen die Scales die strumente so versertigt werden konnen, dass sie die Prom Alkohols im Branntwein, durch die Tiefe, bis zu wel sinsinken, unmittelbar angeben 2, Für Salzspindela be gezeigt, dass sie zur Bestimmung des Solengehalts am bes Bierwaagen ähnlich verfertigt, und durch kleine, auf ihr gesteckte und bis an einen kleinen Absatz herabsinken wichttheilchen zum Einsinken in die Flüssigkeit bis gewissen Punct gebracht werden. Die anfgelegten Gewid chen bezeichnen das spee Gew. und geben aus diesem k gehalt unmittelbar. Für die gemeinen technischen und mischen Zwecke, wofür das spec, Gew. der Flüssiglei durch wissenschaftlich ganz ungebildete Arbeiter bestins den mus, ist es in vielen Fällen zum Behufe der blobes am vortheilhaftesten, solche Aräometer bloss für den m Stand, welchen sie in den individuellen Flüssigkeites müssen, genau einzurichten, für die Temperatur die wählen, welche in tiefen Kellern das ganze Jahr ziemlich! malsig ist, oder eine im Winter und im Sommer ziemlich! maleige Stubenwarme, und auf diese Weise das Verfahm empirisch einzurichten. Hierfür kann man sich fäglich nes Normalgefässes bedienen, welches mit der gegebenen sigkeit gefüllt ein zum Voraus ein für allemal bestimps wicht haben muss, Solche, für die blosse Praxis berei Vorschläge können namentlich bei Salz -, Alaun -, Vitrid dereien u. s. w. desgleichen bei Branntweinbrennereim wendang kommen.

Unter die gemischten Flüssigkeiten; deren spec. Gen selbst durch die Polizeibeharden controliet wird, gehört pa

^{1 8.} Th. I, 8. 851.

² Sie ist oben Th. I. S. 374 mitgetheilt.

^{\$} Karsten Archir, XIII. 297.

Sch auch das Bier, der Most und der Wein. Genau genommen ist es unthunlich, die Güte dieser Flüssigkeiten durch das spec. G. w. zu bestimmen, weil sie ihre Güte mehreren Substanzen berlanken, welche in dieser Hinsicht entgegengesetzt wirken. So wird namentlich das Bier leichter durch seinen Antheil an Spiritus, aber schwerer durch den enthaltenen Schleimzucker, die Kahlensäure u. s. w., abgesehen davon, dass allgemein genommen das Mischungsverhältnis solcher Flüssigkeiten, welche aus drei und mehr Bestandtheilen zusammengesetzt sind, durch das Arsometer nicht bestimmt werden kann. Arsometrische Proben sind daher sür diese Fälle nur in so weit zulässig, als durch Erfahrung bestimmte Apparate bei nicht wesentlich abgeänderten Beseitungsarten der nämlichen Flüssigkeiten einen gewissen unveränderten Zustand anzeigen, wie z. B. bei den bekannten Danzeiger Bierwagen u. s. w.

E. Specifisches Gewicht des Menschen.

Musschundrouk i giebt an, der menschliche Körper sey specifisch schwerer als das Wasser. Versuche, worauf sich diese Behauptung gründe, werden nicht angegeben, auch sieht nun deutlich, dass der Satz bloss auf der allgemeinen Erfahrung beruhet, wonach die Menschen im Wasser untergehen und ertrinken, wenn sie sich nicht durch das künstliche mechanische Schwimmen an die Oberfläche desselben erheben. Auf gleiche Weise aus ganz bekannten Erfahrungen entnommen ist dans auch der weitere Zusatz, dass später der Leichnam, wenn er in Fäulnis übergehe, und die Theile desselben durch entwickeltes Gas aufgetrieben würden, specifisch leichter als das Wasser werde. Mit dieser so natürlichen Annahme hat man sich seit jener Zeit im Allgemeinen begnügt?, wenigstens sind mir keine Einwendungen dagegen bekannt, bis John Robentson & das Volumen des Menschen gegen des des Wassers bei gleichem Gewichte zu bestimmen suchte. Er liess sich zu diesem Ende eine große Cisterne machen, bestimmte den Inhalt des darin ente

¹ Introd. II, 521, g. 1379,

² Hallen Elem. Phys. I. S. Basson in Dict. rais. de Phys. art. Nager.

^{&#}x27;3 Phil. Trans. 'L. 50, Bibl. Brit. II. 255.

haltenen Wassers aus der Höhe, bis zu welcher es austieg, nach dann zehn Männer verschieden an Größe und Körperban, bestimmte ihr absolutes Gewicht, ließ sie in der Cisterne ganzutertauchen, bemerkte die Höhe, bis zu welcher der Wasserstal in der Cisterne vermehrt wurde, berechnete hiernach die ansta Stelle getriebene Quantität Wasser, und das Gewicht dies letzteren verglichen mit dem der Menschen wurde bei 9 latviduen unter den 10 größer gefunden, wenn Flußswasser gesomen war, bei allen aber bedeutend, wenn die Versuche Ergab sich das spec. Gew. des Menschen = 0,8937 oder ohngfähr i leichter als gemeines Wasser i, woraus Robertson in schließet, daß die Menschen, wenn sie Gegenwart des Gessebehielten, nicht untergehen könnten.

Man begreift auf den ersten Blick kaum, wie Robertso sich mit einem solchen, den gemeinsten Erlahrungen widerspechenden Resultate begnügen konnte, indem bei einem so se geringen spec. Gew: em Mensch eben so wenig als die leiche son Holzerten im Stande seyn könnte, im Wasser unterzusinke, und als Leiche auf allen Fall sogleich wieder empor komme müste. Dennoch stimmt noch ein anderer durch seine ge-Kenntnils und große Fertigkeit in der Schwimmkunst hinliglich berühmter Schriftsteller in dieser Behauptung mit Rosssson überein, nämlich Ononzio de Bernandi2, welcher der damalanach Musscherbrork allgemein angenommenen Satzva einem größeren spec, Gew. des Menschen als dem des Wasser geradezu für falsch erklarte. Nach ihm soll ein in gerader Richtung ins Wasser herabgelassener Mensch ein so geringes hydre statisches Gewicht haben, dass der ganze Kopf und Hals ibe des Wasser hervorrage. Diese Beltauptung ist also offenbargen anders als die durch Boartti aufgestellte?, wonach allerdie der Mensch gleichfalls spec. leichter als Wasser seyn soll, F doch so, dass namentlich der Kopf wegen des verhältnismit so großen Gehirns unter das Wasser gezogen wird, wodurd sich die Höhlungen der Respirationswerkzeuge mit Wasser fil-

¹ Das geringste Gewicht war 0,799 das stärkste 1,001.

^{11. 2} L'uomo galleggiante u. s. w. Napoli 1792. Il vol. 4. Desuch übers. von Kaizs. Weimar 1797. 8.

S De mote animalium, Pars. I. prop. CGXVIII. p. 225. ed. 1710.

n und das Untergehen herbeiführen. Gleicher Meinung ist ich Altieria, wonach das Wasser beim Hinabfallen des Menhen in dasselbe in sein Inneres eindringen soll. BERNARDE weiset übrigens seine Behauptung von dem geringeren specischen Gewichte des Menschen gegen das des Wassers nicht loss durch Versuche, welche er selbst angestellt hat, sondern ich durch sehr viele andere, welche durch die verschiedensten ersonen gemacht wurden, und dehnt sie auch auf die frischen eichname aus, welche er sehr häufig vor dem Zustande der Fäulis auf dem Wasser schwimmend gesehen haben will, so dals van nicht wohl begreift, wie dieselbe mit den gemeinsten Erahrungen in Einklang zu bringen ist. Uebrigens behauptet auch INIGHT SPENCER, dals jeder Mensch ruhig auf dem Rücken legend auf dem Meerwasser schwimmen konne, und er selbst iehid sich noch obendrein mit 3 & 11 Unz. av. du poids Gevicht, ohne unterzusinken, obgleich sein absolutes Gewicht in 130 solcher Pfunde betrug, und er daher nicht, wie der becannte neapolitanische Monch PAOLO Moccia, sehr corpulent eyn konnte 2. A. J. J. Sheemer

Die scheinbaren Widersprüche zwischen den verschiedenen Resultaten der Beobachtungen und Versuche lassen sich ohne große Schwierigkeiten beseitigen. Auf der einen Seite nämlich ist es wohl im Allgemeinen unwidersprechlich gewils, das Menschen von mittlerer Constitution, wenn sie ruhig und ohne durch Herabfallen einen Stofs gegen das Wasser, auszuüben in dasselbe herabsteigen, mit einem specifischen Uebergewichte untersinken; auf der andern Seite aber ist es eine gleichfalls sehr allgemein bekannte Erfahrung, dass geübte Schwimmer sich oft geraume Zeit auf dem Rücken im Wasser liegend ausruhen, woraus unverkennbar ein geringeres spec. Gew. als das des Fluiswassers ist, hervorgeht. An diese Erfahrungen und an die Bestimmungen des spec. Gewichtes der einzelnen Bestandtheile, woraus der menschliche Körper besteht, muß man sich übrigens allein halten, wenn über das spec. Gewicht des Menschen im Ganzen entschieden werden soll, indem eine genaue Messung des letzteren durch die gewöhnlichen Abwägungen nicht füglich veranstaltet werden kann. Im Allgemeinen aber sind die Kno-

¹ Elem. Phys. Tract. de hydraul, phaen. S.

² G.'XLIV. 104.

chen des menschlichen Körpers bedeutend; das Muskelfeis ist wenig spec. schwerer als Wasser, das Fett dagegen ist ledter. Aus dem sehr ungleichen quantitativen Verhaltnisse dies Theile gegen einander im menschlichen Körper folgt indels, de nur sehr corpulente Personen mit einem absoluten relativen & wichte schwimmen, alle übrigen aber untersinken müßten. -menschlichen Körper befinden sich aber noch außerdem es Menge großtentheils mit Luft angefüllter Höhlungen, mit lich in der Brust, und diese sind mehr oder weniger ausgede wodurch also das spec. Gew. desselben bedeutend verante wird. Setzt man den Cubik-Inhalt des Menschen im Mittel 2 Par. Cub. F., welches bei gleichem spec. Gewichte mit Wasser einem absoluten Gewichte von 140 & zugehört, Cub. F. Wasser zu 70 & angenommen, nimmt man seroes DAVY 1 an; dals nach stärkstem Ausathmen noch 35 Cab 1 Lust in der Lunge enthalten sind, nach mittlerem Einahes aber 118 und nach stärkstem 240, so geht hieraus eine Veratrung des Volumens von $\frac{3456}{118-35} = \frac{1}{41.6}$ und $\frac{3456}{240-35} =$

16,8 hervor. Weil aber beim Eintauchen des Menschen in

Wasser theils durch den Druck des Wassers namentlich ges die Brust, theils durch die plotzliche Empfindung der Kalteleit ein starkes Ausathmen erfolgt, das Einathmen unter dem Waser aber unmöglich wird, so geht hieraus hervor, dass denelle ohne Uebung im Schwimmen der Regel nach untersinken with wenn man ihn auch im Mittel als gleich spec. schwer mit der Wasser annehmen wollte, dals ihn dagegen ein gewöhnliche Eingthmen, noch mehr aber ein starkes mit einigem Ueber wichte über dem Wasser erhalten würde. Letzteres ist anbedem um so leichter möglich, je größer die Summe der The des Körpers ist, welche in das Wasser eingetaucht werden, ne die Respiration zu unterbrechen, also beim Liegen auf de Rücken, worauf dann dieses bedeutende Erleichterungsmittel übter Schwimmer beruhet. Dass endlich das spec. Gew. Menschen im Seewasser im Verhältnis von 1: 1,0286 genige werde, er folglich hierin um so viel leichter schwimme, ver steht sich von selbst. M.

¹ S. Th. I. S. 4:0 dieses Wörterb.

Gewitter.

ngewitter, Donnerwetter, Tempestas fulinans; Orage accompagné d'éclairs et de tonnerre; 'empest.

Man versteht darunter jenes ergreifende, nicht selten schreckche Luftereignis der Entladung der Wolken unter Blitz und
conner in Regen, Hagel und Schnee, und diese Wolken selbst
ennt man Gewitterwolken. Sehr vieles auf das Gewitter sieh
eziehende wird unter den Artikeln: Blitz, Blitzableiter, Doner, u. s. w. Hagel, Luftelektricität, Wetterleuchten vorgetraen. Hier soll die Erscheinung in ihrer Totalität ausgefalst weren, und um die Uebersicht zu erleichtern, und das Zusamnengehörige an seinen passenden Ort zu bringen, will ich denelben unter 7 Hauptrubriken abhandeln.

. Gewitter im Allgemeinen, Entstehung und Verlauf derselben.

Allen Gewittern geht die Bildung von Wolken voran, entweder in der Atmosphäre des Orts selbst, an welchem sie zum Ausbruch kommen, oder in der eines entferntern Ortes, von welchem sie herbeigeführt werden. Anfangs sehr klein vergrö-[sern sie sich oft sehr schnell, indem sie scheinbar aus sich selbst durch fortschreitenden Niederschlag der Dünste um diesen ersten Keim her wachsen, und auf diese Weise, wenn sie noch entfernt zu seyn scheinen, oft schnell das Zenith erreichen. Oft bilden sich gleichzeitig an mehreren, selbst bis 5 Orten über dem Horizonte solche Wolken, die sich bald vereinigen, bald einzeln wirken. Sie charakterisiren sich theils dadurch, das ihre Figur von der in die Länge gedehnten schnell in die abgerundete übergeht, und folglich die Strichwolken sich zu Hauptwolken nach Howard (Cumulus) und gethürmten Haufwolken umandern, und dass sie starke Contraste von Beleuchtung bilden. An einigen Stellen nämlich ist ihre Farbe dunkelgrau, sie sind daselbst undurchsichtig, und gleich daneben zeigen sie wohl glänzende Theile, die ins Gelbe spielen oder helle Lichtreflexe verursachen. Von den eigentlichen Hagelwolken unterscheiden sich die gewöhnlichen Gewitterwolken, dass erstere mehr weiß-

lich, auch mehr in die Länge ausgedehnt, mit dieser ver chen, mehr wie ein Nebelgebilde erscheinen. Sie gehören Ganzen den niedrigeren Gegenden der Atmosphäre an. La BERT berechnete in einem Falle die Höhe derselben auf 35 Schuhe senkrechter Höhe, in einem andern Falle zu 5000 Fri SHUCKBURGH fand durch Messung die gewöhnliche Höhe Wolken bei Genf zu 5400 Fuls über der Meeresfläche. meisten Fallen ziehen sie, wenn sie erst ausgebildet sind, niedriger2, senken sich besonders tiefer wenn sie einschle und erheben sich dann wieder. Doch scheinen sich auch in deutend höheren Gegenden Gewitterwolken bilden zu kome wenigstens bemerkte Saussune 3 auf der Spitze des Moutes deutliche Spuren vom Einschlagen des Blitzes daselbst an exgeschmolzenen Stelle des Granits. Nach ALEX. V. HUMBOUT Erfahrungen 4 sind zwischen den Wendekreisen Blitz und Egel in einer Höhe von 2000 - 2200 Toisen sehr selten. With rend der Bildung der Gewitterwolken zeigen sich nicht sebe schon einige schwache Blitze, doch hebt das Gewitter auch de ne solche Vorläuser gleich mit einem hestigen Blitze von eine furchtbaren Donner begleitet an. Das Blitzen und Donnern deert gewöhnlich einige Zeit ohne Regen, welcher aber nachte gewöhnlich nach der Stärke des Gewitters mehr oder werge reichlich eintritt und mit jeder el. Entladung zunimmt. Nad und nach verzieht sich das Gewitter, d.h. es nimmt eine gleidformige Gestalt und die gemeine graue Farbe mit geringerem Laterschiede der einzelnen Theile an, das Blitzen, Donnern und der Regen nehmen ab, und hören dann ganz auf, und der bei tere Himmel kommt wieder zum Vorschein. Nicht selten schretet aber auch das Gewitter weiter, und indem neue Gewitterwoken sich mit ihm vereinigen, verbreitet es Schrecken über wete Strecken. Während des Gewitters ist die Ruhe der Atme sphäre häufig gestört. Von den Gewitterwolken weht der Wil nach allen Seiten, Wirbelwinde entstehen nicht selten, dud Welche Staub und leichte Theilchen in die Höhe gehoben wi

¹ Vergl. Reimarus neue Bemerkungen vom Blitse. Hambu; 1794. 8, 4.

^{2 8.} auch die dritte Rubrik.

³ Bericht von einer Reise nach dem Montblanc 1787.

⁴ Schw. N. R. XV. 42.

Drigeftihrt werden, bisweilen von weit ausgedehnten FichtenBildern der Blüthenstaub, welcher dann als sogenannter SchweBlregen selbst in einer Entfernung von 1½ Stunden von solchen
Wäldern niederfällt. In ihrem Fortschreiten nehmen die Gewitter nicht die Richtung des vorher herrschenden Windes,
rielmehr gehen sie oft gegen den Wind, und dieser schlägt erst
lann um, wenn die Gewitterwolke im Entladen begriffen rasch
orteilt. Der Wind bezeichnet durch dieses Umschlagen gleichmam die Stelle, wo sich die Gewitterwolken gebildet haben, und
dieser Wind reinigt, wenn nicht etwa, wie bei heftigen Gewittern auf mehrere Tage regnerische, kühle, und trübe Witterung zurückbleibt, vollends den Himmel, und die ganze Natur
ist dann nach einem solchen Gewitter in dem Grade erquickt, in
welchem dieselbe durch die dem Gewitter vorhergegangene
schwüle Atmosphäre gleichsam abgespannt war.

Ein großer Grad von Ruhe, in der Atmosphäre scheint unter einem höheren Grad von Wärme zur Entstehung von Gewittern mothig zu seyn. Daher sehen wir an starkwindigen, übrigens sonst heißen, Tagen keine Gewitter entstehen, selbst dann nicht, wenn gewitterartige Stürme über uns wegrauschen. In der Regel geht den Gewittern eine schwüle drückende Hitze bei wolkenlosem Himmel voran; wenn mehrere heitere Tage bei großer Hitze und ohne merklichen Wind auf diese Art auf einander folgen, so verliert die Luft allmälig ihre Klarheit, sie bekommt dann oft ein Ansehen, wie von einem dunnen Höhenrauch, bisweilen fangen nach einer solchen Folge von mehreren schwülen Sommertagen sich Gewitterwolken zu bilden an, die sich aber. ohne zum Ausbruch zu kommen, wieder zerstreuen; dasselbe kann sich ein paar Tage verstärkt wiederholen, bis endlich ein. um so heftigeres Gewitter zum Ausbruch kommt. Gewitter ohne Wind bringen gewöhnlich nur Blitz und Denner ohne merklichen Regen, während die mit starkem Winde verbundenen stets häufigen Regen und oft Hagel mit sich führen.

II. Vertheilung der Gewitter nach Tages - und Jahreszeiten. Winter - Gewitter.

In unserer gemäßigten Zone gehören die Gewitter in der Regel dem Sommer an, dessen steigende Wärme sie häufiger und

¹ Schuller in Schw. J. XL 26. Vergl. Regen.

häufiger entwickelt. Nach des eifrigen Meteorologen Geora Auszügen aus 120jährigen meteorologischen Beobachtungen der Gegend von Berlin, war die Zahl der Gewitter in der einander folgenden Monaten folgende: Januar 14, Februar Marz 26, April 132, Mai 293, Junius 453, Julius 496, April 423, September 160, October 22, November 12, Dember 13.

Schön hat folgende Tabelle über die Zahl und Vertheis der Gewitter nach Monaten, welche man in 5 auf einanders genden Jahren unter verschiedenen Breiten von derjenigen Rom = 41° 53′ 54″ bis zu derjenigen von Petersburg = 3 50′ 23″ beobachtete, mitgetheilt²:

¹ Schw. I. 125.

² Die Witterungskunde. Würzburg. 1808.

Anzahl der Gewitter, die an verschiedenen, nach ihrer Polhöhe angesetzten Orten in denselben 1786 beobachtet wurden. Jahren v. 1783 -

zu Rom Mai		Mai Jun. Bul. Aug Spt. Joet. Mai Gan, Bel. Aug. Spt.	8 7 19 1 1 9 9 0 0 3	2 3 2 0 0 8 0 1 0	0 0 1 0 0 5 0 1 2	3 8 3 8 3 7 0	zu Genf Ofen		Mai Don, lut Aug Spt Mai Bon, Jul Aug.	2 5 6 2 2 2 15 11 11 11	6 5 3 8 3 6 5 3 8	2 4 5 2 3 4 6 6 1	2 5 7 3 0 9 11 7 6
Marseille	Gewitterim		4 1 1	2 2	0	2 0	-	9	Aug. Spt. Mai Jan Jul Ang Spt	1 9	9 6	2	0
-		Jet. Mai	1 10	1 7	1	1 5	Tegernsee	Gewitte	an Jul	01 +	93	2 5	9
		Jun. Ja	16 6 15 8 11 8 9 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15	see	erim	Aug Spt	.0	7	5	7			
Padua		. Aug. S	6 8	12	17	132	_	Regensburg	Mai J	5	-	5	-
34		pt. Oct.	12 3	2	5 1	3	legensl		Mai Jun. Jul. Aug. Spt. Mai Jun. Jul. Aug. Spt.	3 3	0 2	5	4
		Oct. Mai Jun. Jul. Aug. Spt. Oct. [Mai Jun. Jul. Aug. Spt.]	3 5	3	0	0 7	ang			5 0	5 2	4	0
La Rochelle		Jol.	3	83	4	2	L			32	4	-	0
ochel		Aug.	57	0	2	-	M		Jun. []	7	9	21	100
9		S. Spt. Oct. 2 4 4 6 4 6 1 Manheim							ol. Ang	5 5	2 2	3	4

1785	1785	1784	1783	at	Jah	mi		1786	1785	1784	1/00	_	ıre	det	mi
	-	-	-	Ма			١	2	0	00	1-	1			nz
-	00		Çú	Mai Juu.		Sto	1	5	-	0	9		Inn. Jul. Aug. Spt.	2	3
-	0	10	4	Jol.		Stockholm	1	22	4	10	15		1		Gradarii
7	29	10	1	Inl. Aug. Spt.		un	1	0	2	15	1		0 P. S		urg
0	0	-	c	Spt.		L	1	0	C	-	1	1	00.	ij	-
0	0	0	C	Apr.			1	cu	0	0	÷	-1	Mai J		
2	4	-	+	Apr.) Mai		nz	1	5	1	0	+		Jun J		3
00	00	6	1	12	-1	1	2	1	-	1	1	7	Jul. A	U	Prag
13	5	10	0			Titoscan		10	4	17	3	12 2	Aug. Spt.	Gewitter im	-
5	10	0	10		J.F.W		3	0 3	1	1.	1	6 1	M	0111	-
10	0	0	10	and land of the	Gewitter im		١	3 0	1	0 0	21		MaijJun. Jul. Aug. Spt.	mi a	
دن	C	13	10		B	-	S	- 0	+	p .	4	8	Jul.		Sagan
2	10	0	3 -				Spydberga	0	1	2	=	10	Aug.		n
22	0	٥	1		Aug	0	rga	0	2 0	x	اوا	-			
0	10	0	0 -			T		0			0	-	Mail		15
4	IN		2 4		Jun		Pe	1	-		0	2	Jan.		ope
5	10	5 1	=	1	Mail Jua. Jul.		Petersburg	-	-	0	0	0	Jul.		Kopenhagen
-4	-	- 0	2 0				grue	-		=	0	0	Mai Jan. Jul. Aug. Spt.		en
10	-	+	1		Aug. Spt.			0	=	=	0	0	Spt.	1	15

*) Die Jahre sind alten Styls.

Es bestätigt sich auch durch diese Tabelle, dass in der Regel der Julius der an Gewittern reichste Monat des Jahres ist, und dass in der Frequenz der Gewitter die Monate folgende Ordnung beobachten: Julius, August, Junius, Mai, September, April. Es ergiebt sich ferner, dass die Gewitter um so häufiger sind, je stidlicher die Breite oder vielmehr, je großer die mittlere Temperatur eines Orts ist. Indess begreift man leicht, dass ausser diesem Factor auch noch andere, häufig örtliche Umstände, insbesondere die Lage in der Nähe von Gebirgen u.s.w. einen bedeutenden Einflus auf die Menge der Gewitter außern. So zeichnet sich unter allen in der mitgetheilten Tafel aufgeführten Orten, das in einer angenehmen und fruchtbaren Ebene unweit der Brenta liegende Padua durch seine zahlreichen Gewitter aus. leren Zahl in jenen 5 Jahren 201 in dem viel südlicher gelegenen Rom dagegen nur 100 betrug. Noch viel auffallender ist die außerordentlich geringe Zahl von Gewittern = 5 in Kopenhagen, verglichen mit der in dem viel nördlicher gelegenen Stockholm = 40. Kopenhagen liegt aber auch nach allen Seiten entfernt von Gebirgen, deren von der Sonne in den heißen Mittagsstunden auf einen hohen Grad erhitzte Thäler die vorzüglichste Werkstätte der Gewitter sind. Eine ähnliche Lage von Marseille scheint auch hier einen wes Michen Antheil an der auffallend geringeren Frequenz der Gev er zu haben, als sonst nach seiner südlichen Lage zu erwarten were. In der ganzen zemässigten Zone sind der Julius und August als die beiden heisesten Monate auch die Gewitterreichsten. Das eigentliche achte Gewitter entsteht nach Schön 1 auch nur bei höherer Temperatur. Die mittlere Temperatur, bei welcher dasselbe sich bildet, gjebt er zu 20° R., und in den ganz heilsen Sommern zu 25 bis 28° R. an. Doch entstehen im April, Mai, im Anfange des Junius Gewitter auch schon bei 17 bis 18° und im September bei 15 bis 17°. Im Winter sind daher die Gewitter stets eine Seltenheit, und sie weichen auch von den Sommergewittern darin ab, dass sie mehr sturmartig und schneller vorübergehend sind. Auch schlagen sie gewöhnlich in Gebäude ein, was theils davon herrührt, dals sie niedriger ziehen, theils davon, dass im Winter die entlaubten saftlosen Bäume die Elektricität weniger anziehen, auch dieselbe nicht unmerklich durch

^{1 &#}x27; Schw. IV. 398.

den Regen abgeleitet werden kann. Es ist bemer die Wintergewitter in den mehr nordlichen Geg nissmässig häufiger vorzukommen scheinen. Wintergewitter an der Westküste von Norwegen, dem Stifte Bergen, interessante Nachrichten von schen Beobachtern, dem Rector ARENTZ in Berg Pfarrer Henzberg einer Aufforderung v. HAUCH ken 1. Diese Gewitter entstehen eben sowohl nach ken Froste, der einige Wochen gedauert hat, als Thauwetter, milder Luft, starkem Regen und Sud den Fällen aber kommen sie constant mit West - un stürmen. Sie sind stark auf den Inseln. die dem am nächsten liegen, und schwächer im Innern der Fi Buch, der auf seiner Reise in Norwegen gleiche einzog, findet die Ursache dieser Wintergewitter and küste von Norwegen 2 in dem Wasserdampfe, welchers Temperatur, womit er von temperirten Klimaten he enreicht, über dem kalten Festlande verliert, sich schnell ken verdichtet, eben so schnell sich seiner Elektricitif während im Sommer diese Temperaturdifferenz nicht w Jedoch' steht die an demselben Orte durch v. Bri stellte Behauptung, dass es an derselben Westküste von gen gar keine Gewitter im Sommer gebe, mit an Ort gemachten Beobachtungen im Widerspruche, da der ARENTZ, der von 6 Jahren Beobachtungen über Gen Bergen und Drontheim mitgetheilt hat, von ersterem 8 im Julius und 3 im August, und von letzterem 9 im Julius 4 im August aufführt. Diese Sommergewitter unterscheid aber dadurch von den Wintergewittern, dass die Gewitter nicht von Westen, sondern meistens von S, SO. und NO men. Immer bleibt aber die große Anzahl jener Winter ter in den angeführten Gegenden merkwürdig, die in Monaten October bis December in jener Zeit von 6 Jahrei 11 betrug. Auch in Island ereignen sich Donner und Bl öftersten im Winter, bei mittelmässiger Kälte, trüber La Schnee. Auf den Färöer Inseln finden Gewitter nur im V statt, und zwar bei starkem Sturme. ARRETZ, der diese !

¹ G. XXIX.

² G. XXV. 308.

angen aus Reisebeschreibungen mittheilt, bemerkt dabei, sich dieses nach der Lage dieser Inseln vermuthen liefs, da ere sowohl als Island vom Meere umgeben sind, und in einohen Breite liegen, folglich im Sommer eine gleiche und indige Temperatur haben müssen, da alsdann selbst die nörden Winde temperirt seyen, während im Herbste und Winlie von den nördlichen Klimaten herwehenden kalten Winde zliche und auffallende Veränderungen in der Temperatur der osphäre, schnelle Verdichtung der Dünste und Entbindung r Elektricität herbeiführen müssen. In den allernördlichsten den, namentlich in Grönland, sind Gewitter überhaupt eine me Erscheinung.

Die Tageszeit betreffend, so sind die Gewitter am häufigdes Nachmittags, seltener des Nachts, am seltensten des mittags. Auch hier zeigt sich wieder, wenigstens zum Theil, Bèziehung auf die Wärme. Es ist eine Behauptung von iffern und Landleuten, die auf dergleichen Wetter-Erscheigen mehr aufmerksam sind, dass der Vollmond ein Gewitter it zum Ausbruch kommen lasse, und wenn ein solches auch on am Himmel stehe, der Vollmond, so wie er vom Horizonte lie Höhe steigt, es auflöse und zerstreue. Gronau will diese jel im Allgemeinen bestätigt gefunden haben, doch bemerkt dass trotz des hellen Vollmonds am 31sten August 1806 zwei. ke Gewitter auf einander folgten. Ich habe gleichfalls öfters ierkt, dass nach aufgegangenem Vollmonde ein beinahe schonzu ausgebildetes Gewitter sich wieder zerstreute.

II. Richtung und Zug der Gewitterwolken.

Zur Erforschung und Aufklärung dieses für Meteorologie so chtigen Gegenstandes hat die naturforschende Gesellschaft zu die im Jahre 1820 die Meteorologen Deutschlands durch eine entliche Ansprache aufgefordert, und ein zweckmäßiges Schezu Beobachtungen in dieser Hinsicht bekennt gemacht¹, und sind dadurch interessante Mittheilungen von verschiedenen iten veranlaßt worden. Die Hauptidee war irgend eine gemäßige Beziehung des Zugs der Gewitter auf gewisse Verltnisse unsers Erdkörpers auszumitteln. Als Resultat stellt

¹ Vergl. Schw. J. XXVII. 4 Heft and N. R. I. 119.

KEFERSTEIN aus den vielen an die naturforscheide & schaft eingesandten Mittheilungen auf, dass nur sehr weite witter in Deutschland eine Richtung in der nordöstliche haben, sondern in der südwestlichen ziehen, selbst da, v Beobachtungspuncte in Thalgegenden lagen, die mit ihm henzügen weithin eine Richtung von Süden nach Norden! KEFERSTEIN bringt diesen im Ganzen constanten, und w besondern Oberfläche, auf welcher sich die Gewitter bilde abhängigen Zug der Gewitter mit der Richtung der Gein Gebirgsmassen in Beziehung, die im Allgemeinen und 6 betrachtet, eine südwestliche Richtung haben. In Rückst diesen Zug von W. und besonders von SW. nach NO. & auch die Beobachtungen Schorn's über den Gewitten Würzburgischen und Schüblers über diejenigen in Wi berg überein, der aus mehreren Jahren von sehr verd nen Puncten dieses Landes Gewitterbeobachtungen gen Letzterer bringt den Zug der Gewitter gleichfalls i ziehung mit der Richtung der bedeutenden Gebirgskette, unter dem Namen der schwäbischen Alp sich durch diese von SW. nach NO. zieht; die am Fusse dieses Gebirge, züglich am nordwestlichen Abhange unmittelbar, liegende werden am meisten von Gewittern heimgesucht, während den nördlichen tieferen Gegenden Würtembergs, so wie i ebenen Gegenden des südöstlichen Schwabens gelegene devon mehr verschont bleiben. Schweisgen falste me Beziehung dieser Richtung des Zuges der Gewitter auf de gnetischen Verhaltnisse der Erde auf, und glaubt in dem w schenden Zuge der Gewitter von SW. nach NO. also in Linie, die bei uns wenigstens den magnetischen Meridin! rocht durchschneidet, eine solche Abhängigkeit angedentet bemerkt dabei, es würde interessant segn, den Zug der Ger in Gegenden, wo die magnetische Linie eine etwas ander hat, z. B. in Sibirien, kennen zu lernen. Ich finde wirk REIMARUS neueren Bemerkungen vom Blitze eine hierber! rige Thatsache. Er führt nämlich 2 von den häufigen Gewill die man während des Höhenrauchs im Jahre 1783 im asians Theile Russlands am Altai beobachtete, an, dass sie aus (1

^{1 8}chw. VII. 4 ... 7.

² a. a. O. S. 5.

die Schneegebirge kamen. Auch in Holstein und insbere in einem Umfange von mehreren Meilen um Kiel nehdie Gewitter gewöhnlich ihren Zug von SW. nach NO., i die Ostsee, die sich in letzterer Richtung ausdehnt, jenicht ohne Einfluss zu seyn scheint. Nach GRONAU ist afalls bei Berlin der Zug der Gewitter am gewöhnlichsten W., am seltensten aus N. und NO. Dass jedoch in Geen, wo die Gewitter der Regel nach ihren Zug von W. O. nehmen, die Ausnahmen nicht ganz sellen sind, beweiunter andern die von Schublen mitgetheilten Nachrichten. amen unter den 43 Gewittern, die im Jahre 1824 zu Gienbeobachtet wurden, doch 5 von Osten und zogen nach Weund in Zeil kamen von 55 im Jahre 1821 beobachteten Geern gegen 28 von W. 16 dagegen von O1. Auch wurde n oben bemerkt, dass im Stiste Bergen die Sommergewitter r von O. nach W., die Wintergewitter dagegen in der entingesetzten Richtung ziehen. Gewitter, welche von der geinlichen Regel ihres Zuges abweichen, zeichnen sich geinlich durch Heftigkeit aus, und namentlich bemerkt Schubvon denen in Würtemberg von Osten herkommenden Geern, dass sie gewöhnlich durch Hagel gefährlich seyen2. weilen kehren die Gewitter auch wohl wieder zurück, woch dann ihr Zug der entgegengesetzte von demjenigen nach gewöhnlichen Regel wird. GRONAU bezweiselt zwar dieses ückkehren der Gewitter wenigstens in den Ebenen 3. Es stehen oft, meint er, zwischen hinweggezogenen Gewittern l dem Zenith neue Gewitterwolken, wo sich dann die Wolı nach allen Seiten ausbilden, sowohl nach der Seite, wo das witter hergekommen, als wo es hingezogen ist, was dann allings den Schein verursacht, als ob das Gewitter zurückgeurt ware. In gebirgigten Gegenden lässt sich selbst auf eine chanische Weise eine Reslexion der Gewitterwolken denken. der That giebt es auch sogenannte IVetterscheiden, die auf n Zug der Gewitter einen wesentlichen Einflus ausüben. Sole Wetterscheiden sind vorziiglich einzelne Berge, noch mehr ildige Gebirgsrücken, die den Gewittern ein Hinderniss ent-

^{· 1} Schw. IV. 379.

² a. a. O.

³ Ebend. I. 127.

gegenstellen, so dass sie gewöhnlich längere Zeit stehen blein und dann in etwas veränderter Richtung weiter ziehen. Bweilen werden durch solche Wetterscheiden die Gewitter zwei Theile getheilt, welche entweder getrennt nach abweide den Richtungen weiter ziehen, oder sich auch wieder hinter Wetterscheide vereinigen, wenn die Wetterscheide durch eine mehr einzeln stehenden Berg gebildet wird. Der seltenste få ist, dass das Gewitter eine rückgängige Bewegung annimm, welchem Falle es, wie schon bemerkt, gewöhnlich sehr beit endlich zum Ausbruche kommt. Eine solche hemmende Wekung auf Gewitter äußern selbst hie und da Bergketten, web nicht mehr als 1500 P. Fuss über das Meer und 500 P. Fals De die Oberstäche der nächsten Thäler aufsteigen 1. führt in seinen verschiedenen Abhandlungen über die Gewin in Würtemberg eine große Zahl solcher Wetterscheiden an?

Schon fand die oft von Landleuten aufgestellte Regel: di spätere Gewitter die Richtung einhalten, welche frühere Gewiter eingeschlagen haben, bestätigt 3, besonders bei den viele Gewittern im Jahre 1819, indem bei weitem die meisten NW. kamen, von wo aus die ersten ihren Zug genommen be ten. Dieselbe Regel fand auch Dr. GUENTHER in den Gebirg gegenden am Rhein, namentlich im Siebengebirge, sowohl dmit eigene Beobachtungen als durch das Zeugniss der dortigen Ludleute bestätigt . Schübler bemerkt zwar, das ihm diese Regel von Wetterbeobachtern in Würtemberg gleichsalls ab de Resultat vieljähriger Beobachtungen mitgetheilt worden sey, ded mit der Beschränkung, dass sie nicht für die Gewitter im der gust und September gelte, er selbst aber fand sie, wenigstes für die im Jahre 1821 beobachteten Gewitter, nicht bestätigt, de die ersten am Ende April von Osten, im Mai aber schon mehret im Westen und noch mehrere in den folgenden Manaten W daher kamen 5.

¹ Vgl. Schübler in Schw. I. 139.

² Schw. 1. 138. IV. 383. XI. 26.

⁸ Schw. IV. 400.

⁴ Schw. XXI. 105.

⁵ Schw. IV. 379.

V. Periodische Wiederkehr der Gewitter.'

Der berühmte ALEX. VOLTA 1 hat in den Gebirgsgegenden m Comer-See beobachtet, dass die Gewitter eine Neigung beitzen, viele Tage hinter einander um dieselbe Stunde und geau aus demselben Orte wieder zu erscheinen, wo sie am ersten. Lage wahrgenommen wurden. Diese periodische regelmäßige Viederkehr gilt vorzüglich für solche Orte, wo in den Sommer-Aonaten die Gewitter taglich erscheinen, wie z. B. für die Gesirgsthäler in der Nähe des Comer-Sees, die Gegend von Como. 1. s. w. Dabei zeigte die Beobachtung, dass diese merkwürdiger Erscheinung nicht von örtlichen Umständen abhänge, so dals, ein gewisses Thal oder eine Bergschlucht geschickter wäre, den Jewittern Entstehung zu geben, sondern es wird vielleicht nach wenigen Tagen, wenn eine ähnliche periodische Gewitterbildung. sintritt, nicht mehr dieses Thal, sondern ein anderes der Ort seyn, wo andere Gewitterwolken zum Vorschein kommen, die dann abermals der Anfang einer solchen Periode sind. Man darf daher die Ursache einer solchen periodischen Gewitterbildung an bestimmten Orten nicht in allgemeiner örtlicher Beschaffenheit solcher Orte, in der Lage der Berge u. s. w. suchen. Vielmehr, meint Volta, müsse sie ihren Grund in einer von dem Gewitter des vorigen Tages herrührenden Modification der darüber schwebenden Luft haben, welche selbst nach der wieder eingetretenen Aufheiterung noch einen ganzen Tag nachher fortdauert. Diese Modification soll nun 1. theils in einem eigenthümlichen und dauernden el. Zustand der Luftsäule; 2. in einer erheblichen und gleichfalls dauernden Abanderung ihrer Temperatur bestehen. Die Lustsäule, durch welche ein Gewitterregen herabsteigt, müsse sowohl durch die Mittheilung der starken E., die jedem solchen Regen eigen sey, als auch durch die Hervorbringung neuer E. vermöge des hestigen Herabstürzens von Wasser elektrisirt werden, wobei sich Volta auf die ältere Entdeckung von TRALLES, dass bei großen und reichlich strömenden Wasserfällen eine starke E. erregt wird, bezieht2, so könne dann diese Luftsäule einen ganzen Tag und länger E. behalten.

¹ Aus dem Giornale di Fisica u. s. w. tibers. in G. LVII. 841. und Schw. XIX. 262.

² Vgl. auch Volta's meteorologische Briefe an Lichtenberg VII. Brief.

um die zerstreuten Dünste anzuziehen, und sich mit ihm: beladen vorzugsweise von den benachbarten Luftsäulen, in wi chen sich nur die gewöhnliche ziemlich schwache E. heiten Lust findet. Hierzu komme nun noch, dass der mit dem Gen terregen getränkte Boden, wenn die Mittagssonne ihn durch wärme, der über ihm stehenden Luftsäule mehr Dünste zusih als die übrigen Luftsäulen erhalten. Hier hätten wir dem e reiche Quelle neuer hinreichend starker E., welche ohne Zw fel unter diesen Umständen hervorgebracht werde, wenn die dahin elastischen und durchsichtigen Dämpfe, die sich in die Luftsäule sammelten, sich über den Sättigungspunct binausn dichteten und sich in bläschenformige Dünste, Nebel und We ken verwandelten. Und diese milsten desto dichter werk da jene Ursachen fortdauernd hier neue Dünste zusammenis ten, und da überdem noch eine andere Ursache mächtig zi rer Verdichtung beitrage.

Diese andere Ursache ist nach Volta die ungewöhne niedrige Temperatur, welche in jener Luftsäule stattfinden w Diese Luftsäule muß sich am folgenden Tage nach dem Ger ter noch abgekühlt finden vorzüglich in der Höhe, wo die 6 witterwolken hingen, oder hindurchzogen, da diese gefrore oder beinahe gefrorenen Wolken die umgebende Luft wenigs nahe bis zu ihrer Temperatur herabbringen mussten. Luftschicht ist eben dadurch weit mehr als die übrigen genich die neuen ihr beständig zuströmenden Dünste zu dunkeln We ken zu verdichten. Auf diese Weise bildet sich das erste Wa chen, an der bestimmten Stelle, während noch der ibrige Hi mel heiter bleibt, dieses Wolkchen wird sichtlich immer de ler vermöge der immer neuen Ansammlung und Verdichtung it Dünste, und das Gewitter ist so geboren und begonnen. 4 Begründung jenes zweiten Erklärungsgrundes führt Volts die Thatsache an, dass so litusig nach Gewittern aus der & gend, wo das Gewitter herrschte, ein kalter Wind oft linge Zeit hindurch und über sehr ausgedehnte Strecken hind Fand eine sehr starke Erkältung jener höheren Luftschiche statt, wenn sehr reichlicher Hagel fiel, so wird die Luftsäulent gen der starken Verdichtung, die sie dann erlitten, sich schoel ler senken, die der Erde nähere Lust rings umber verdringe und in eine horizontale Bewegung versetzen, und dann selb eine solche annehmen, sobald sie etwas wärmer wird und ad olglich ausdehnt. Dass dieser kalte Wind gewöhnlich erst mehere Stunden und häufig erst den folgenden Tag zu wehen anangt, rührt davon her, dass die untere Luft unmittelbar nach em Gewitter selbst abgekühlt und verdichtet ist, und erst wenn ie durch die Sonnenwarme des folgenden Tages erwärmt und usgedehnt worden ist, die obere kalte Luftsäule ein Uebergevicht von specifischem Gewichte erhält, um sich senken zu konen. Die besonders trockene Beschaffenheit jenes kalten Winles beweise gleichfalls, dass er von einer Lust herrühre, die sich us höheren Gegenden niedergesenkt habe, wo bekanntlich grose Trockenheit herrschend sey, wofür endlich noch der Umtand spreche, dass, wenn auf ein Gewitter vielmehr Stille einritt, und nicht ein solcher kalter Wind ausbricht, die Wieder-:ehr des Gewitters am folgenden Tage um so sicherer Statt finlet, weil dann die erkalteten Luftschichten ihre höhere Lage reibehalten haben und die E., womit sie geschwängert waren, und die durch das vorige Gewitter erzeugte Kälte besser und Angere Zeit in sich zurückhalten. So kehren dann unter den anjegebenen Umständen mehrere Tage nach einander zur bestimmen Zeit die Gewitter wieder, wenn dann aber das Gewitter einnal mit héstigen Regengüssen und Hagel zum Ausbruch kommt. und nach diesem Ausbruche der erwähnte Wind eintritt und den lächsten Tag fortdauert, so ist die Kette dieser periodischen Sewitter zerrissen. Configuracht bemerkt 1 in einem Zusatze u Volta's Abhandlung, dass er an heiteren Tagen die el. Spanlung der Atmosphäre an den Orten, wo sich am vorigen Tage in Gewitter aufgehalten hatte, viel stärker als sonst gewöhnlich efunden habe, und dass er blos aus dieser sehr starken Lustlektricität an einem heitern Tage, welchem ein starkes Gewitter rorangegangen war, die er auf dem Gipfel des Monte generoso seobachtete, ein bevorstehendes Gewitter voraussagte, welches lann auch wirklich mit reichem Hagel zum Ausbruche kam. Nicht weit von der Terra Pliniana ist ein Thal, welches 14 Tage nach einander der Entstehungsort von Gewittern war, deren erite Wolken beinahe um dieselbe Nachmittagsstunde aus demselsen hervorgingen, und sich in dem Innern ihres Geburtsortes ausdehnten, um in Kurzem nach einigem Donner und Regen zu verschwinden. Auch Dr. GUENTHER fand in den Gebirgsge-

¹ a. a. O. S. 357.

genden am Rheine namentlich im Siebengebirge Volta's Bestachtung so weit bestätigt, dass fast jedesmal, so oft ein Gewenzu einer ungewöhnlichen Stunde, nämlich vor oder kunzu Mittag ausbricht, dasselbe mehrmals zu derselben Zeit wielekehrt, und besonders nach der Beobachtung der Landleute 3. Tage nach einander 1.

V. Ausbreitung und Fortbewegung der Gewitter.

Wenn gleich in der Regel die Gewitter, besonders die schricheren, eine mehr örtliche Erscheinung sind, und ihr Entstehut ort und der Ort ihres Ausbruchs nicht weit auseinander lege so giebt es doch auch Gewitter, die sich weit verbreiten, in rem Fortgange sich verstärken, und auf ihrem oft sehr lage Wege weit ausgedehnte Strecken heimsuchen. Die Bewegus derselben ist dann sehr schnell. Nach Beobachtungen über Gewitter in Würtemberg 2 durchlaufen die Gewitterwolken nen Weg von 30 Stunden in 1,5 bis 2 Stunden und haben ich lich eine Geschwindigkeit von 47 bis 63 Par. Fuss in eine Secunde, folglich die eines starken Windes. Heftige Gewiss mit Sturm begleitet verbreiten sich besonders fortschreitend ibe weite Strecken. Ein ausgezeichnetes Gewitter dieser An wa das Gewitter vom 14 Januar 1821 3, das von den Niederlanden ausging, sich über die ganze Breite von Deutschland von M. nach SO. erstreckte, an mehreren Orten einschlug und seine gose elektrische Intensität auch dadurch beurkundete, das Hannover und Heiligenstatt zwei herabfallende Feuerklumps beobachtet wurden, die mit einem Knall wie ein Kanonenschie Zu Elberfeld wurde es Abends 54 Uhr und zerplatzten. Nürnberg Nachts um 1 Uhr beobachtet, welches eine Geschwirdigkeit von ungefahr 10 geographischen Meilen auf die Stude anzeigt. Im Jahre 1823 kam in Würtemberg ein Gewitter Tief das nach der schnellen Auseinanderfolge von Gewittern in de Richtung von W. nach O. bis nach Ungaru hinein, wenn mit dieselben als das Fortschreiten eines und desselben Gewines

¹ Schw. XXI. 106.

² Schüblen in Schw. I. 142.

³ Vgl. Schw. VII. 335.

annehmen dürfte, eine Geschwindigkeit von 25 geographischen Meilen in einer Stunde gehabt haben würde.

.VI. Vertreibung der Gewitter.

Ein sonst von Aberglauben begünstigtes Mittel, um herannahende Gewitter zu zerstreuen, war das Läuten mit Glocken, von welchem sich indels keine solche Erschütterung der Lust erwarten lässt, um die Gewitterwolke zu zerstreuen. Ganz anders verhält es sich aber mit dem Abseuern von schwerem Geschütze, und überhaupt mit hestigen Explosionen, die in der Lust verursacht werden. Sehr merkwürdige Erfahrungen hierüber enthalt ein Aufsatz von einem Herrn Leschevin zu Dijon 1. Er führt an, dass ein Marquis de Chevriers, ein ehemaliger Seeofficier, der sich auf sein Landgut, welches in dem ehemaligen Laconnais, einem Theile von Bourgogne, gelegen war, zurückgezogen hatte, und hier mehrmals Zeuge der großen Verwüstungen gewesen war, welche der Hagel anrichtete, sich erinnernd zur See gesehen zu haben, dass man sich mit gutem Erfolge des schweren Geschützes bedient hatte, um Gewitterwolken zu zerstreuen, ein ähnliches Verfahren in den siebenziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in der dortigen Gegend mit dem glücklichsten Erfolge einführte. Beim Herannahen von Gewittern wurden auf den Höhen Pöller abgefeuert, und auf seinen Gütern allein verbrauchte derselbe jährlich 200 - 300 Pfund Pulver zu Die Einwohner der umliegenden Gemeinden diesem Zwecke. durch eine vieljährige Erfahrung von der Nützlichkeit dieses Mittels überzeugt, fuhren auch nach seinem Tode, welcher im Anfange der Revolution erfolgte, fort, es in Gebrauch zu erhalten; ihr Beispiel wurde von der benachbarten Gegend nachgeahmt, und seitdem ist es in den größten Theilen von Maconnais in regelmässiger Anwendung. Die Größe der Pöller, ihre Ladung, und die Menge der Schüsse, die man thut, sind nach den Umständen und nach der Oertlichkeit verschieden. So bedient sich die Gemeinde von Fleury eines Mörsers, in welchen ein Pfund Pulver geladen wird, gewöhnlich schießt man ihn auf den Höhen ab, bevor die Wolken sich allzustark angehäuft haben, und fährt mit dem Schießen so lange fort, bis die Gewitterwolken gänzlich zerstreut sind. Leschevin hatte selbst Ge-

¹ Gilb. Ann.

legenheit zu Grenoble. wo eine Artillerieschule ist, sich von der Wirkung starker und häufiger Explosionen auf dickes Gerzie zu überzeugen.

PARROT 1 machte, von einer ganz eigenen Theorie der Ge witter ausgehend, den Vorschlag, die Gewitter durch Bonken welche man in die Regionen, in welchen sich die Gewitter 5 den, schleudern und so zubereiten solle, dass sie daselbet zu Explosion kommen, nicht sowohl zu zerstreuen, als vielnes zu einem relativ unschädlicheren Ausbruche zu bringen. Wes auch die Theorie, auf welche dieser Vorschlag gebaut ist, nis tig ware, so mochte doch durch eine solche Explosion der egentliche Zweck, auf den es dabei abgesehen ist, kanm en ist werden, nämlich eine große Menge von Sauerstoffgas zu vente ren, da die brennbaren Materien des Schielspulvers bei ihren Verbrennen nicht eigentlich den Sauerstoff der Atmosphäre wezehren. Eher läßt sich noch der Vorschlag von Denize 21 ren, der außer dem Hervorbringen von heftigen Erschüttergen in der Luft, um die in derselben adhärirenden Wassentelchen auf das stärkste zu schütteln (!) und dadurch einen legenguss zu veranlassen, die Errichtung einer sehr mächogs Leitung zwischen den Wolken und der Erde, es sey nun derd Feuer, das man an vielen Stellen anmacht und mit recht trodenen Brennmaterialien unterhält, oder durch Verdampfung ode durch Verbrennung harziger Materien, empfiehlt. Außer diese Mitteln gegen die Gewitter überhaupt sind auch die in neuers Zeiten gegen den Hagel empfohlenen Mittel, von denen unter diesem Artikel die Rede seyn wird, der Berücksichtigung werth.

VII. Theoretische Betrachtungen.

Ich habe schon unter dem Artikel Blitz 3 auf die Dunkeheiten hingewiesen, welche in der Lehre vom Gewitter noch
herrschen. Dasjenige, worüber die Meteorologen noch unes
sind, besteht vorzüglich darin, ob die gewöhnlichen Wassedünste, wie sie durch die Wärme erzeugt werden, ohne ein
weitere Veränderung erlitten zu haben, das einzige Materialzur Bildung der Gewitterwolken, so wie überhaupt aller wäßn-

¹ G. X. 216.

² G. XXIV. 256 ff.

⁸ I Bd. 2te Abth. S. 989 ff.

Niederschläge aus der Atmosphäre sind, oder ob nicht viel-· eine Umwandlung derselben vorangegangen ist, entweder SAUSSURE will, durch eine innige Vereinigung mit der überhaupt, oder nach PARROT mit dem einen Bestandtheile Atmosphäre, dem Sauerstoffgase, oder nach De Lüc 'durch gänzliche Umwandlung in Luft. Da mehrere Versuche im nen uns durchaus nichts von der Art gezeigt haben, so bleibt ein gutes Feld für Hypothesen offen, die sogenannten Imterabilien sind dienstfertig genug, für jede solche Umwandsverrichtung, die man ihnen anweist, und die geheimen nischen Processe, die man zu Hülfe nehmen muß, geben Vortrage ein gelehrtes Ansehen. Wenn wir auch gerne iumen, dass wir bei Grundlegung der ersten Annahme von verschiedenen Erscheinungen noch keine durchaus befriedile Erklärung geben können, so geben wir ihr doch darum Vorzug, weil sie die einfachste Erklärung an die Hand giebt, wenigsten noch nicht bewiesenen Voraussetzungen enthält, wenigstens mit keiner bis jetzt bekannten Thatsache in ofarem Widerspruche steht. Das an heißen Sommertagen Atmosphäre allmälig mit wälsrigen Dünsten übersattigt wermuss, ist einleuchtend. Mit dieser sehr starken Verdunstung 3 auch die freie E. in den höheren Gegenden der Atmosphäre hmen. Aber auch gebundene E. scheinen die Wasserdunin die höheren Gegenden zu führen. Da die höheren Gelen der Atmosphäre im Ganzen mehr trocken sind, so kann e Verdunstung mehrere Tage fortgehen, ehe in diesen ichten das Maximum von Feuchtigkeit erreicht oder gar schritten wird. Ist die Luft ruhig (und eine solche begünvorzüglich die Bildung der Gewitter), so kann aber auch dich dieses Maximum von Feuchtigkeit schon überschritten ohne dass es noch zur wirklichen Verdichtung, zur Wolpildung, kommt. Wir kennen ähnliche Fälle, wo alle Umde zur Veränderung des Zustandes zur Erstarrung, Krystalion u. s. w. vorhanden sind, und diese noch nicht eintreten, ein letzter kleiner Umstand die Veränderung entscheidet, die r Grosse nach demselben gar nicht proportional zu seyn sint. Beispiele dieser Art geben Auflösungen von Salzen, in der Wärme vollkommen gesättigt, bei der Abkühlung überittigt sich flüssig erhalten, bis ein kleiner hineingeworfener stall, eine gewisse Erschütterung, eine reichliche Krystall-

bildung bestimmen, das mehrere Grade unter den Gefriere erkaltete Wasser, welches gleichfalls durch Erschütterung dann schnell in Eis verwandelt, manche geschmolzene Ko u. dgl. Mit einer solchen Spannung zur Krystallisation man die Gewitterspannung in der Lust vergleichen, in web wenn sich ein erstes Wölkchen gebildet hat, die weitere Wi kenbildung einen so raschen Fortgang macht. Dass mit et schnelleren Verdichtung eine stärkere Elektricitäts-Anhaci verknüpft seyn müsse, leuchtet von selbst ein, da die ans sich verdichtenden Dünsten frey werdende E. nicht Zeit sich zu zerstreuen. Es kommt aber hierbei noch ein zwi Umstand in Betracht, der die elektrischen Explosionen bei Wolkenbildung an heißen Sommertagen begünstigt. hat auf eine große Wärme in den höheren Luftschichten als Vorzeichen von Gewittern anfmerksam gemacht 1. Diese griffe Wärme ergab sich theils durch directe thermometrische Verset die schon für 18 Fuls Höhe 14° R. mehr Wärme gaben, & 4 Fuls, theils für die großeren Höhen durch die Phanomenes Strahlenbrechung. Wenn man nun bedenkt, dass die Wilter gen des Blitzes wenigstens in Schmelzung der Spitzen von Gr witterableitern die Wirkungen unserer größten Batteriees ets nicht auffallend übertreffen, so ist man mit GAY Lussac's neigt, eben keine so ausserordentliche elektrische Intensität it Gewitterwolken anzunehmen, sondern die Ursache der End dung der Wolken auf so große Strecken, worin sie unsere eldtrische Batterieen in einem so außerordentlichen Grade übend fen, in dem geringen Widerstande zu suchen, welchen ibes die in höheren Gegenden noch so warme und dunne Luftes In dem viel größeren Widerstande der labe und viel dichteren Luft im Winter mag dann auch mit ein Gred der viel großeren Seltenheit der Gewitter im Winter liegen, var auf schon Achard aufmerksam gemacht hat 3. Was den 18 herrsohenden Zug der Gewitter in der Richtung von W. ut O. betrifft, so verweise ich deswegen auf den Artikel Regen, på bemerke nur, dass auf keinen Fall in jenen hypothetischen detrischen Strömen, die nach Amerine's Theorie des Elektron-

¹ Beiträge zur Witterangskunde 6. 363.

² Annales de Chimie et de Physique XXIX. 105.

S Chemisch-physische Schriften. Berl. 1780. I. Bd. 8. 25.

mus die Erde umkreisen sollen, die Ursache dieser Richliegen kann, da diese Ströme vermöge ihrer Richtung von nach Westen die gleichnamige in den Gewittern und also e die entgegengesetzte von derjenigen, welche sie in der haben, veranlassen müßten.

Glas.

Vitrum; verre, Glass. So heisst im allgemeinsten , jede nach dem in der Glühhitze erfolgten Schmelzen zu durchsichtigen und nicht krystallinischen Masse erstarrte rie. Das nicht Krystallinische zeigt sich nicht bloß im völ-Mangel an Blätterdurchgang, sofern bloß muschlicher Bruch rkt wird, sondern auch in den optischen Verhältnissen. In diesen glasigen Zustand gehen nach dem Schmelzen über: m, wie Boraxsäure und Phosphorsäure; Alkalien, wie Kalk; n. wie Alaunetde und Kieselerde; schwere Metalloxyde, das Antimonoxyd mit wenig Schwefelantimon das Spießglas bildet; und endlich viele Salze, zu welchen auch die indungen der elektropositiveren Alkalien mit den elektronveren Erden zu zählen sind. Unter diesen Salzen lassen auszeichnen: der Borax; so wie viele andere borax - und phosphorsaure Salze; das gemeine Glas, welches als saures lsaures Kali und Natron, dem öfters noch kieselsaurer Kalk mischt ist, angesehen werden kann; metallische Gläser, z. eselsaures Bleioxyd (Bleiglas) oder Wismuthoxyd. Da sich ere dieser glasigen Verbindungen untereinander nach allen ältnissen zusammenschmelzen lassen, so entspringen hieraus nichfache glasige Gemische, zu welchen vorzüglich das Flintgehört.

Glatteis.

Glacies tenuis corporum superficies inducens; glas; glazed frost. Die dünne Eiskruste, mit welcher eilen das Steinpflaster, die Fußböden und Mauern überzosind. Es bildet sich gemeiniglich bey eintretendem Thauer, auf der Straße durch Regen, der dem Gefrieren nahe, nter wohl selbst mit gefrornen Tropfen vermischt, mit dem alten Boden in Berührung kommt. Unter diesen Umständen lauch das Eis selbst und der Schnee mit einer solchen Rinde Bd.

überzogen. An den Mauern entsteht das Glatteis ma Nauch durch anschlagenden Regen, vornehmlich aber durch Gefrieren der wälsrigen Dünste, welche aus der wärmen insten Luft an den kalten Wänden sich niederschlagen. Es wescheidet sich vom Reif und vom gefrornen Nebel darch in Glätte und Dichtigkeit, indem es wegen dem Lebernals der Feuchtigkeit und weil es nach dem Niederschlag mich a Dunst, sondern als flüssiges Wasser gefriert, eine zusammen gande, klare Eishaut bildet, während dem bei diesen die weinzelten Dunstbläschen als kleine Krystallen sich ansetzen, we so einen undurchsichtigen schneeähnlichen Ueberzug zuwerbringen.

Gleichgewicht.

Aequilibrium; Équilibre; Equilibrium. Gleichgewicht ist von dem gleichen Gewichte zweier gewogen Körper entnommen (aequus gleich und librare wiegen). bezeichnet den Zustand, wenn zwei an einer beliebigen Wag aufgehangene Körper den Zustand der Ruhe bei der letzteres zeugen. Weil aber dieser Zustand durch zwei einander 🖙 genwirkende Kräfte, zunächst das Gewicht oder die diese bedingende Schwere, hervorgebracht wird, so ist der Begui de Gleichgewichts überhaupt auf alle diejenigen Erscheinungen gedehnt, in denen zwei oder mehrere einander entgegenwirken Körper oder die diese sollicitirenden Kräfte den Zustand Ruhe herbeisühren. Namentlich tritt der Zustand des Gleiche wichtes bei flüssigen Körpern dann ein, wenn gleich schwet Säulen derselben sich wechselseitig zu bewegen streben, dies aber wegen der einander entgegenwirkenden gleichen Krie wirklich zu erreichen nicht vermögen, oder wenn sowohl fes als auch flüssige Körper in letzteren vermöge ihres Gewichts herabzusinken streben, ohne dass dieses wegen des Gegendrads der Flüssigkeiten wirklich geschehen kann. Die hierher geber gen Aufgaben machen einen großen Theil der Hydrostank Aërostatik aus, als welche hauptsächlich vom Zustande des Gleich gewichts tropfbar flüssiger und expansibeler Körper handelt. All gleiche Weise sagt man von einem festen Körper, dass er sie im Zustande des Gleichgewichts befinde, wenn er in seines Schwerpuncte so unterstützt ist, dass ein geringes hinzukonnen des Krastmoment eine Bewegung erzeugt, ohne dieses aber de

and der Ruhe fortdauert. Beispiele dieser Art ließen sich lenge anführen, es genügt indels, die Sache nur durch das ge der mit so außerordentlicher Kunst ins Gleichgewicht liletn Fernröhre und astronomischen Werkzeuge anschaulich lachen, worunter namentlich der in Dorpat befindliche Frauntsche Refractor als bis jetzt unübertroffenes Meisterwerk das ere so bewunderungswürdige Herschel'sche Teleskop weit er sich zurückläst.

Nimmt man die Sache im Allgemeinen, so gehört es unter Aufgaben der höheren Statik und Dynamik, die willkürlich chiedenen und in verschiedenen Richtungen wirkenden te zu construiren, wodurch irgend ein oder mehrere gege-Puncte im Raume auf eine solche Weise sollicitirt werden. dennoch der Zustand der Ruhe aus der Summe ihrer gemten Wirkungen hervorgeht. Dieser Zustand der Ruhe kann, fortdauernder Wirksamkeit der Kräfte, ein dauernder seyn, aus dann das sogenannte stabile Gleichgewicht (équilibre nile der französischen Geometer) hervorgeht. Auf solche ise erklärt man z. B. den Festigkeitszustand der Körper. inman annimmt, dass jedes Element derselben durch entgewirkende Anziehungs - und Abstolsungskräfte in beharrlicher e erhalten wird, aus welcher er nur durch ein Hinzukommen er bewegender Kräfte oder eine Vermehrung der Wirksamder bestehenden gebracht werden kann, wodurch dann eben stattgefundene Zustand des Gleichgewichts aufhört. Nach em Princip wird die Statik in verschiedenen Handbüchern. entlich dem von Poisson 1, behandelt, auch haben mehrere meter das Problem, nach welchen Gesetzen und unter wel-Bedingungen der Zustand des Gleichgewichts bei einem h verschiedene Kräfte sollicitirten Puncte erhalten werden 1, zum Gegenstande besonderer analytischer Untersuchungen acht, unter denen ich bloss die neuesten Abhandlungen von CHY 2 und NÖRREMBERG 3 namhaft machen will. Von letz-

¹ Traité de Mécanique. A Paris 1811, II Vol. 8. Daselbst vorich T. I. am Ende.

² Exercices de Mathématiques. Livr. 15. Par. 1827.

B Zeitschrift für Phys. und Math. von Baumgartner und v. Ethausen. I. S. 468 u. f.

teren hier etwas mitzutheilen würde zweckwidrig seyn, die is wendungen der Gesetze des Gleichgewichts bei den verschie nen Körpern und unter den mannigfaltigen, dabei in Betracht kommenden Bedingungen werden an den geeigneten Onass getheilt werden.

Gleichung.

aequatio; équation; equation; heisst in der Astronou im Allgemeinen die Angabe einer solchen Correction, wods die mittlere Bewegung der Himmelskörper auf die wahre zur geführt oder wenigstens ein Beitrag zu dieser Reduction gefert wird. Die Bewegung der Himmelskörper und eben deshi auch die Bestimmung ihres Ortes in einem gegebenen Zeitpert hängt außer der Hauptkraft, wodurch die Bewegung besins wird, noch immer von manchen minder erheblichen Einwird gen ab, und wenn man also den Erfolg so berechnet hat, jene Hauptkraft es fordert, so bedaff es noch der kleinen Com tionen oder Gleichungen, die durch jene schwächeren Einerkungen bestimmt werden. Ja selbst die durch die Hauphei allein bewirkte Bewegurg ist keine gleichformige, und e mi daher eine Verbesserung, eine Gleichung, angebracht weise um den mittlern, d. i. den einer gleichformigen Bewegung sprechenden Ort auf den wahren zurückzuführen.

Gleichung des Mittelpuncts; aequais centri, prostaphaeresis; équation du centre; the equation or prostaphaeresis. Wenn ein Planet durch die als auf ihn wirkende Kraft der Sonne seine elliptische Bahn durch läuft, so ist seine Bewegung ungleichförmig, daher seine wie Anomalie von der mittlern Anomalie verscheiden, und diese. Unterschied ist die Mittelpunctsgleichung ¹.

Gleichung der Zeit; aequatio temporii; dar Unterschied zwischen mittlerer und wahrer Zeit, werde besser im Art. Zeit gehandelt werden wird.

Gletscher; S. Eis.

B.

¹ Vergl. Art. Anomalie.

Glockenspiel.

Elektrisches Glockenspiel; Carillon élecrique; Electrical Bells; ist eine von den zahlreichen elekrischen Spielereien, welche man unter verschiedenen Formen ast in allen physikalischen Cabinetten findet. In einfachster Getalt besteht dasselbe aus einem messingnen Träger B B, wel-Fig. ther mit einem Haken a über eine Stange am ersten Conductor 232. 1 der Elektrisirmaschine aufgehangen wird. Von diesem messingenen Träger oder Halter hängen an beiden Enden zwei Keten mit zwei in der Luft frei schwebenden Glocken C; E; von etwa 1,5 bis 2 Z. Durchmesser herab, in der Mitte aber eine seilene Schnur, welche gleichfalls eine Glocke D trägt. Aus der Mitte der letzteren wird eine Kette b auf den Tisch oder einen sonstigen, mit der Erde in Verbindung stehenden Leiter herabgelassen. Wird dann dem Halter BB durch den Conductor oder auf sonstige Weise Elektricität mitgetheilt, und durch die Ketten den Glocken C und E zugeführt, so kann sie von hier aus nicht entweichen; sie zieht daher die an seidenen Fäden herabhängenden messingnen Knöpfchen a und ß an und stölst diese gegen die Glocke D zurück, um an diese, und somit an die Erde überzugehen. Diese Bewegung, welche bei nur mäßig starker Elektricität in sehr kurzen Zeitintervallen erfolgt, ist mit einem Anschlagen gegen die Glocken verbunden, woraus ein anhaltendes Geläute entsteht. Man giebt dem Apparate auch die Einrichtung, dass eine Glocke auf einer isolirenden Glassäule besestigt und oben mit einem hervorragenden, in eine Kugel endigenden oder in einen Haken umgebogenen, Drahte versehenwird. Die gläserne Säule steht lothrecht auf einem runden Fusgestelle in dessen Mitte, am Umfange desselben aber sind auf messingnen Stangen in gleicher Höhe mit der mittleren gleiche Glocken von beliebiger Menge, befestigt, auf jeder derselben ist aber in der Mitte ein Draht aufgerichtet, und so krumm gebogen, dass ein vom äussersten Ende an einem Seidenfader bis zum unteren Rande der Glocken herabhängendes messingenes Knöpschen gerade die Mitte zwischen der innern und der ihm zugehörigen äußeren Glocke hält. Wird dann dem auf der mittleren Glocke aufgerichteten Drahte Elektricität zugeführt, so schlägt jedes Knöpfchen an diese und die ihm zugehörige Glocke

demselben den Mittag bis auf eine halbe Secunde genn bei men; aber dennoch war auch hier der Halbschatten nachtig wenigstens dann, wenn man aus der Größe des Sonnenhilbei scheinbaren Durchmesser der Sonne bestimmen wolke! dieser Unannehmlichkeit abzuhelfen, brachte Le Mossmi dem Gnomon zu St. Sulpice in Paris ein convexes Glas wa Fuß Brennweite an, welches allerdings dann, wenn das Se nenbild nahe am Brennpuncte ausgefangen wird, scharf bege te Ränder giebt; aber bei ungleicher Mittagshöhe der Se liegt das Sonnenbild auf dem horizontalen Boden in sehre gleichen Entfernungen, und ein convexes Glas kann also mit gewisse Stellungen der Sonne dienen, nicht für alle.

Um die Unbequemlichkeit, dass das Sonnenbild in derlie zesten Tagen so ungemein weit hinansrückt, zu verman pflegt man wohl am nördlichen Ende der horizontalen Missphnie eine verticale Säule zu errichten, auf welcher die Eschnittslinie der durch die Mittagslinie gesetzten Verticale bezeichnet ist; bei niedrigem Stande der Sonne im Mittagspobachtet man dann den Antritt des Sonnenbildes an diese fetigallinie.

ROMMERSHAUSEN hat eine Einrichtung vorgeschlages, wo bei das Sonnenbild immer auf einer verticalen Wand aufgegen wird. Er bringt nämlich außerhalb der Fensteröffnung e nen, nur wenige Linien im Durchmesser haltenden Metalispgel in unveränderlicher nicht viel von der horizontalen Steller, abweichender Lage an. Dieser wirft ein kleines Sonnenbilde die gegenüber liegende verticale Wand des Zimmers, wo also den Antritt an eine Mittagslinie beobachten, und alleide auch die Sonnenhöhe wahrnehmen kann 2. Dass auch dabeise von ungefährer Beobachtung der Zeit und der Mittagshöhe is Rede seyn kann, ist leicht zu übersehen.

Da wo man das Bild der Sonne auf einer vertichen Was auffangen will, ist es bequem, die durch die Mitte der runes. Oeffnung gehende Mittagssläche vermittelst eines herabbange den Fadens zu bezeichnen. Zu einem solchen Filar-Gnem on (gnomon filaris; gnomon filair, méridienne fr

¹ De Zach Corr. astron. III. 269.

^{2.} Kastner's Archiv. VI. 817.

e) giebt Bonnenberger folgende Einrichtung an. Man tigt ein Messingblech ungefähr mit der Welfaxe parallel, recht auf die Meridianebene oberhalb, eines nach Süden geen Fensters. Diese Platte hat ein Loch, von 1 Lin, Durcher, an dessen oberem Theile eine Kerbe ist, die den oberauf der Platte besestigten Metallsaden durchläßt. Der Fall geht im Zimmer nach der Richtung der Mittagslinie zu der niiber liegenden Wand hin, wo eine gegen den Meridian rechte Schraube besestigt ist, die in einer Kerbe den Meiden aufnimmt, welcher vertical herabhängend durch ein icht gespannt wird. Der Faden wird nun (indem man die ung der Schraube, wenn es nothig ist, ein wenig andert) ie Mittagslinie gebracht, und hinter dem Faden eine weisse aufgestellt, um das Vorübergehen des Sonnenbildes vor Verticalfaden zu beobachten. - Ob die Lege der Mittagsrichtig ist, bestimmt man, indem man die durch corresponnde Sonnenhöhe gefundene Zeit mit derjenigen vergleicht, che das antretende Sonnenbild als Zeit des wahren Mittags ebt.

Gnomonik.

monica; gnomonique; Art of Dialing; ist die 1st, Sonnenuhren (gnomones; cadrans; Dials) zu verigen. Da man sich bei den Sonnenuhren allemal eines mit Weltaxe parallelen Zeigers bedient, so ist die eigentliche igabe der Gnomonik, die gerade Linie zu bestimmen, in leher die verschiedenen um eine gegebene Anzahl Grade vom ridiane entfernten und durch jenen Zeiger gelegten Ebenen in jenige Ebene einschneide, auf welche die Sonnenuhr gechnet werden soll. Auch die Aufgabe, welche krumme Lidie Spitze des Schattens an jedem Tage oder bei jeder Denation der Sonne auf der Ebne der Sonnenuhr durchläuft, get in die Gnomonik.

Schon im Alterthume war die Gnomonik bekannt. VITRU-18 ² giebt mehrere Arten von Sonnenuhren an, deren Ein-

¹ Anleitung zur geogr, Ortsbestimmung. 8. 214.

² Lib, IX. Cap. 9.

dem Wasserstoff des Ammoniaks unter Feuerentwicklang v bindet, und den Stickstoff desselben, durch die Hitze bei tend elestisch gemacht, in Gasgestelt in Freiheit setzt.

Das Gold ist ferner mit Jod, Cyan, Schwefelcyan, Perphor und, jedoch nur sehr lose, mit Schwefel werbindbar.

Schon 18 20 Antimon, Wismuth oder Blei reicht hin, dem Golde seine Dehnbarkeit zu nehmen, auch verliet Gold schon durch geringe Mengen der weiß und gran gefine Metalle seine gelbe Farbe. Die Verbindungen des Goldes Eisen, Nickel, Kupfer und Silber sind bei allen Verhältnist ductil, und letztere 2 sind wegen ihrer Härte vorzüglich in Grauch. Das Goldamalgama liefert Krystalle, in der Haschmelzbar, und dient zur heißen Vergoldung.

Gong-Gong.

Tam-Tam, chinesisch Tschoung; ist ein = sikalisches Instrument der Chinesen aus Glockenspeise, vor bis 10 Z. Dicke, mit Spuren der Hammerschläge auf der Obe fläche und Bronzesarbig. Der Form nach gleicht es einem De kel oder einer baskischen Trommel, ist in der Mitte etwaskausgetrieben und mit etwas auswärts gebogenem Rande. 💆 auffallendsten bei demselben ist der außerordentlich helle starke Klang, wenn es mit einem Klöppel geschlagen wird, sen Knopf mit Leder überzogen ist, und wahrscheinlich entstell dieser theils durch die Form, theils durch die Härte des scheinend nicht gegossenen, sondern mit dem Hammer getriebnen Metalles, welches als äußerst hell klingendes musikafische , Instrument aus China zu uns gekommen ist. Nach KLAPROTE besteht es aus 78 Th. Kupfer und 22 Th. Zinn, oder nach Tresson 2 aus 80,427 Th. Kupfer und 19,573 Th. Zinn von merkwürdig großen spec. Gewichte 3 == 8,953. tallmischung ausnehmend sprode ist, so muß man annehmen dals die scheinbaren Spuren der Hammerschläge auf der Auserseite entweder durch die Form, worin dasselbe gegossen were

¹ Gehlen Journ, d. Chemie, IX, 409 Ann. de Chim. LXXV.

² Ann. of Phil. 1818. II. p. 208.

⁵ Vergl. oben Specif. Gewicht der Mischungen.

rvorgebracht sind, oder dass dieses Metallgemisch bei einergessen, noch unbekannten Temperatur oder unter gewissen, bis zt noch nicht allgemeiner bekannten Bedingungen weniger röde sey ¹.

Goniometer & Krystall.

Grad.

radus; degré; degree. Die Eintheilung in Grade kommt der Physik, Astronomie, Geographie u. s. w. sehr oft vor. m wichtigsten ist die Eintheilung des Kreises in Grade, indem vir gewohnt sind, einen jeden Kreisumfang in 360 Grade, den brad in 60 Minuten, die Minute in 60 Secunden einzutheilen; elten setzt man diese Theilung noch auf Tertien, Quarten, Quinen fort. Ein solcher Grad ist = 0,0174532925 des Halbmessers, indem 57 Grade 17 Min. 44 Sec. 48 Tertien 22 Quarten 29 Quinten auf dem Umfange des Kreises dem Halbmesser beinahe genau gleich sind. Man bezeichnet die Grade mit °, die Minuten mit ' und so weiter, so dass obige Zahl so geschrieben würde: 57°, 17', 44", 48"', 22", 29".

Diese Angabe der Große nach Graden findet auch bei den Winkeln statt, zu deren Maße die Kreisbogen dienen.

Es versteht sich nun von selbst, dass alle Kreise, die der Astronom am Himmel oder auf der Erde sich denkt, eben so eingetheilt werden, und dass die wahre Größe eines Grades von der Größe des Kreises, auf welchem er sich befindet, abhängt. Die besondern Anwendungen hievon kommen da vor, wo von Graden der Breite, Graden der Länge u.s. w. die Rede ist.

Die von den Franzosen während der Revolution eingeführte Eintheilung des Kreises ist zwar nicht sehr in Gebrauch gekommen, indess findet sie sich doch in manchen Büchern angewandt, und sie muss daher hier erwähnt werden. Nach dieser sollte der Quadrant in 100 Theile oder Grade getheilt werden, und die Theilung des Grades in 100 Minuten u. s. w. führte dann gleichmässig zu kleinern Theilen. Diese Decimaltheilung des Quadranten wurde mit den gewöhnlichen Bezeichnungen der Decimalbrüche auf den Quadranten zurückgeführt, und z. B.

¹ CHLADNI in G. LVI. 104. Vergl. Journ. des Mines 1814. Aout.

statt 5 Grade 39 Min. 97 Sec. schreibt man 0,053997. Die brückführung der einen Eintheilung auf die andre geschiebt lede indem zum Beispiel 51 gewöhnl. Grade = 50 des Quadra

= 0,56666..... sind, und man Minuten und Secunden = ebenso auf den ganzen Quadranten zu beziehen braucht.

Auch in andern Fällen kommt die Eintheilung in Graet vor. Gewöhnlich ist durch gewisse Bestimmungen ein zwisch zwei festen Puncten eingeschlossener Raum gegeben, der Grade getheilt wird, und da hängt zuweilen die Wahl der bezahl von Graden von unserer Willkür ab, zuweilen ist sie des die Natur der Sache auf irgend eine Weise gegeben. Auf der Weise haben wir Grade des Thermometers oder der Wissen Fällen wir Grade der Feuchtigkeit u. s. w. In des sen Fällen sind die Grade der Scale unter sich gleich. In seles Fällen könnten die Grade ungleich seyn, zum Beispiel, wer wir die sehr ungleichförmige Ausdehnung des Wassers besone wollten, um ein Thermometer, das gleiche Grade der wahr Wärmeänderung anzeigte, zu erhalten.

Doch alle diese mannigfaltigen Anwendungen lassen sa am besten da, wo man ihrer bedarf, erläutern.

В.

Gravitation.

Gravitatio; Gravitas universalis; Gravitation:
Pesanteur universelle; Gravitation. Die auf der Erb
befindlichen Körper werden durch die Schwere gegen sie hendgezogen, und da die genauere Untersuchung der Bewegungen der
Himmelskörper zeigt, dass auch andere Weltkörper eben solche
Wirkung ansüben, dass die Erde von der Sonne angezogen
wird, u. s. w. so hat man diese gegenseitige Einwirkung der
Weltkörper auf einander allgemeine Schwere, Gravitation genannt.

Obgleich die Bemerkung, dass die Gesetze für die Bewegungen der Himmelskörper aus der Gravitation derselben gegen einander hergeleitet werden können, erst von Newton zuerst aufgestellt und erwiesen ist, so war doch der Gedanke, dass die Körper eine anziehende Krast auf einander ausüben, auch frü-

on geäußert worden1. Indess kann man alle früheren, h oberstächlichen Hindeutungen hierauf als unbedeutend hen, und Krrung als den ersten angeben, welcher den der allgemeinen Schwere vollständiger festsetzte, und die dung desselben, um die Gesetze der Bewegung aufzufinhndete. Er sagt, die Schwere sey eine gegenseitige Afverwandter Könper zur Vereinigung; zwei Körper würwenn nichts sie hinderte, gegen einander zu fortrücken. der so weit als das Verhältnis der Masse des andern fororrücken, so dass, wenn nicht Erde und Mond in ihrer zurückgehalten würden, die Erde um 1 gegen den Mond. ond um 11 gegen die Erde zu sich bewegen würde?. dem Monde die Erregung der Fluth zu, und sagte, dass ond das Wasser der Erde ganz an sich ziehen würde, wenn de aufhörte es anzuziehen. Dass er bei diesen richtigen aten die Gesetze der Bewegung, wie sie der allgemeinen ere entsprechend seyn müssen, nicht weiter aufsuchte, läßt us dem damals noch höchst unvollkommenen Zustande der matischen Wissenschaften erklären.

Nach Kerlen haben zwar mehrere Physiker diesen Gedantwas weiter verfolgt³, aber doch die Gesetze der Gravitanicht mathematisch zu entwickeln gesucht. Selbst von 24 ist dieses doch nicht geschehen, obgleich er mehrere ichtige Bemerkungen über diesen Gegenstand machte.

NEWTON entwickelte (nach PEMBERTON's Erzählung 6 schon hre 1666 die Gesetze der allgemeinen Schwere genauer.

Vergl. Art. Anziehung. 8. 324.

Si duo lapides in aliquo loco mundi collocarentur, propinqui m, extra orbem virtutis tertii cognati corporia; illi lapides coiloco intermedio quilibst accedens ad alterum tanto intervallo
a cat alterius moles in comparatione. Astronomia neva etriciotradita commentariis de motu stellae martis; in der Einleitung.

ROBENVAL in s. unter dem Titel: Aristarchi Samii de mundi nate lib. sing. Paris. 1644; herausgegebenen Buche und Fermat, der Mersenne's Zeugnifs (Harmon. universalis II. p. 12.) die Bestimder Kraft, die auf einen innerhalb der Kugel liegenden Punct, schon richtig gefunden hat.

^{8.} Art. Anziehung.

A view of Sir Leac Newton's Philosophy. London 1728. in d.

Da die Schwere sich selbst in bedeutenden Entfernungen von Erde wirksam zeigt, so schloss er, dass sie sich wohl bis a Monde erstrecken könne, und dals man, wenn die Erde Mond in seiner Bahn erhalte, auch annehmen dürfe, das Sonne die Planeten durch anziehende Kraft in ihren Bahmer halte. Die schon bekannten Gesetze für die Bewegunge Planeten geben aber das Resultat, dass die Schwungkratz der Bewegung derselben den Quadraten der Abstände gekehrt proportional sind, und dass also die gegen den I telpunct wirkende Kraft ebenso bestimmt seyn müsse. schien sich die Folgerung zu schließen, dass der Mond, s zigmal so weit, als die an der Oberfläche der Erde befindlich Körper, vom Centro der Erde entfernt, durch eine Schoe die = Tron der Schwere an der Erdoberfläche ist, zum Fall angetrieben werden müsse, und dass er daher in 1 Minute ein den Raum fallend durchlaufen müsse, den ein auf der Obeis che der Erde fallender Körper in 1 Sec. durchläuft, also 154 Fas Es liess sich leicht übersehen, dass diese Größe des Falles des Ouersinus des in einer Minute durchlaufenen Bogens, welch beim Monde 32" 56" beträgt, gleich seyn müsse, und es be nun darauf an, die wahre Größe dieses Quersinus für den Kalmesser der Mondbahn zu berechnen. Hierbei aber legte Kraron damals eine zu klein angenommene Große des Erdhel messers = 3430 engl. Meilen, zum Grunde, und fand so & sen Quersinus nur 131 Fuß, und dieses scheint die Veranhsung gewesen zu seyn, weshalb er die ganze Untersuchung 🔄 gen ließ. Erst zehn Jahre später ward er durch Hook zu & ner Untersuchung veranlasst, die ihn zu jener Betrachtung rückführte. Er wandte jetzt bei seiner Berechnung jenes Oursinus eine richtigere Angabe für die Größe der Erde an, w fand ihn jenen 154 Fuss gleich, welche dem angenommen Gesetze des Falles entsprechen. NEWTON stellte nun allgeme ne Untersuchungen an, wie sich ein Körper bewegen müsse, & gegen einen Punct angezogen wird, und fand erstlich, dass be jedem Gesetze der mit der Entfernung veränderlichen Größe de Kraft, die um den anziehenden Punct beschriebenen Sectors den Zeiten proportional sind, und zweitens, dass die Bahnen nothwendig Ellipsen, Parabeln oder Hyperbeln sind, wenn die anzishende Kraft dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional ist. Obgleich nun diese mit den Kepler'schen Gesetzen übernmenden Folgerungen höchst befriedigend waren und die igkeit jener Hypothese einer allgemeinen Gravitation völwiesen, so bedurfte es doch noch der wiederholten Aufzungen Haller's und der Societät in London, um Newzu dem Entschlusse zu bringen, diese wichtige Entdeckung indlich bekannt zu machen.

Das Werk, worin Newton die hierher gehörenden Unteringen vollständig entwickelte; sind die berühmten *Princi*philosophiae naturalis, welche 1687 zuerst erschienen. Is Buch ist zwar ganz in geometrischer Darstellung geschrie-

aber man glaubt dennoch oft gewahr zu werden, dass TON durch seine großen Entdeckungen in der Analysis gedie Theoreme analytisch gefunden haben mag, da er oft, se zu beweisen, sehr künstliche Constructionen anwendet, enen eine nicht so sehwierige analytische Betrachtung den , zeigt. Er handelt im ersten Buche die allgemeinen Geder Bewegung sehr vollständig ab, nachdem er eine Daring des methodus rationum primarum et ultimarum vorannickt hat; hier begnügt er sich in Beziehung auf Anziehung das wahre Gesetz der Gravitation allein zu betrachten, ern er theilt auch Untersuchungen über die Krafte mit, welvirken mülsten, damit der angezogne Punct gegebene Curdurchlaufen könne, und über die Curven, welche er hlaufen werde, wenn ein Gesetz der Kräfte gegeben und diese Untersuchungen veranlassten ihn, auch neue elegant dargestellte geometrische Sätze, besonders die elschnitte betreffend, mitzutheilen. Die Bewegung auf benen krummen Flächen, die Bewegung der Pendel, die egung der Apsiden einer wenig vom Kreise abweichen-Planetenbahn, die Bestimmung der Bewegung in dem Falwo drei Körper anziehend auf einander wirken, kommt hfalls hier vor; auch das Problem von der Attraction einer el auf einen innerhalb oder außerhalb liegenden Punct, (wonachher mehr gesagt werden soll), ist aufgelöst, und die fösung ähnlicher Probleme für andere Fälle angegeben. Endwird noch von der Bewegung kleiner Körper, die gegen 1 Theilchen großer Körper angezogen werden, gehandelt, die Anwendung auf die Brechung des Lichtes gezeigt. Das Site Buch untersucht zuerst die Gesetze der Bewegung, wenn won der Geschwindigkeit abhängiger Widerstand statt findet, J. Bd. Kkkkk

und handelt dann die Lehren vom Gleichgewichte und der b wegung flüssiger Körper ab. Hier kommt, unter andern schorigen Problemen, die Newton mit dem größten Scharfsinse w löst, auch schon die Bestimmung der Geschwindigkeit des Sch les vor, zwar auf eine nicht so klare Weise, als das Uebedargestellt, aber doch richtig gefunden. Das dritte Buch bes die Anwendung auf die im Sonnensysteme vorkommende kwegungen. Die gegenseitige Anziehung wird hier als den & sen direct und als den Quadraten der Entfernungen umgeber proportional vorausgesetzt, und daraus werden die einzeles Bestimmungen hergeleitet. Namentlich werden die elliptische Bewegungen der Planeten, die sphäroidische Gestalt der Ere die Schwingungszeiten gleicher Pendel unter verschiedenen Beten, das Rückgehen der Nachtgleichen, die Ungleichheim : der Bewegung des Mondes, die Ebbe und Fluth, die Bewegder Knoten der Mondbahn, die Figur des Mondes, genzu bestimmt. Newton zeigt dann, wie man, nachdem die Bewegen der Kometen, als den Gesetzen der Gravitation folgend, nommen sey, die wahre Bahn eines beobachteten Kometers den konne. - Dieses mag hinreichen, um die Reichhalts dieses Buches, dessen Studium für alle Zeiten wichtig blas wird, anzudeuten, und einigermassen zu zeigen, welche & wunderung der Mann verdient, der ein solches, fast auf jede Seite Neues und Wichtiges lehrendes Buch zu schreiben Stande war.

Nach Newton haben die Mathematiker und Physiker is nichts weiter thun können, als seine Grundsätze auf die Erschenungen anwenden, welche die Astronomie darbietet; und se dieser vollkommener durchgeführten Anwendung sind die sek genau mit den Beobachtungen übereinstimmenden Resultate her vorgegangen, welche unsere jetzigen astronomischen Rechnegen darbieten. Als Männer, die hierin vieles und etwas ze das Ganze gehendes geleistet haben, verdienen wohl vorziglich HALLEY, MACLAURIN, EULER, (welcher freilich die allgemein Schwere als eine facultas occulta nicht recht gelten lasse wollte, aber doch in seinen Rechnungen, sobald vom Grundprincip nicht mehr die Rede war, nach den Newton schen Gesetzen rechnete,) d'Alembert, Clairaut, Lagrange, Gauss und vor allem Laplace genannt zu werden; der letztere der wegen vorzugsweise, weil er nicht bloss, wie die übrigen, die

endungen des Princips der allgemeinen Gravitation vert, erweitert und berichtigt hat, sondern zugleich uns in r Mécanique céleste ein schönes Lehrgebäude alles dessen, bis jetzt aus diesen Gesetzen der allgemeinen Schwere hertet ist, gegeben hat. Sein in rein analytischer Darstellung führtes Werk wird wohl ohne Zweisel für alle Zeiten eiworzüglichen Werth behalten. Diejenigen Mathematiker, ich um einzelne Anwendungen Verdienste erworben haben, a da, wo von diesen Anwendungen die Rede ist, genannt len.

Die Gesetze der allgemeinen Schwere haben sich bis jetzt ist durchaus ausreichend zur Erklärung aller Erscheinungen igt, welche die beobachtende Astronomie uns kennen lehrt. Bemerkung von Ercke, dass man vielleicht bei den Komemf einen Widerstand Riicksicht nehmen müsse, kann nicht in Einwurf hiergegen gelten; wohl aber kann es seyn, daß Gesetz, die Attraction sey der Masse proportional, noch eine hränkung leidet. Nach New ron's Ansicht hat die Beschafeit der Materie, woraus ein Körper besteht, keinen Einfluss lie Attraction, (die sich eben dadurch, wie Newton sagt, der magnetischen Kraft unterscheidet) 1 und wir bestimmen er das Verhältniss der Massen der Planeten nach der Stärke Attraction, welche sie auf einander ausüben; es konnte aber 1 seyn, dass die Stärke der Einwirkung desselben Planeten sinen zweiten, die Masse des erstern anders angabe, als die wirkung eben desselben auf einen dritten sie giebt, und dann den wir allerdings eine nicht bloss von der Menge der maillen Theilchen abhängende Größe der Attraction zugestehn sen.

Ob die Anziehung in die Ferne eine Grundeigenschaft der erie sey, untersuche ich hier nicht, da im Art. Anziehung ² on das Nöthige angesührt ist. Unter den auf andre Vorausungen gesührten Erklärungen der Erscheinungen, dass die weren Körper gegen die Erde, die Planeten gegen die Sonne allen ein Bestreben zeigen, hat die Hypothese des Descan-

¹ Princ. ph. nat. Lib. III. Prop. 6. 7.

² Th. I. S. 324.

TES 1 eine Zeit lang am meisten Beifall gesunden und ist w HUYGERS verbessert vorgetragen worden. Da sie gewiß w der Natur angemessen ist, so widme ich ihr nur einige Zeit Wenn eine flüssige Masse in Kreisbewegung gesetzt wird, es befinden sich Theilchen in derselben, die dieser Bewegs nicht ganz so schnell folgen können, so gehen diese, wie w einer Centripetalkraft getnieben, gegen den Mittelpunct de wegung zu. Die schnellern Theilchen erhalten nämlich Schwungkraft und drängen jene minder schnellen Theilches gen den Mittelpunct, um selbst den Platz derselben einem HUNGENS erläuterte dieses durch ein Experiment, Wasser, in welchem sich schwerere Theilchen befanden, zwar mit fortrifs, so lange die schweren Theilchen sich = ganz damit gemischt erhielten; aber sobald diese am Bodes # was von ihrer Geschwindigkeit verloren, fingen sie an. schil der Mitte zu sammeln, als ob sie von einer Schwerkraft gedie Mitte getrieben wurden. So ungefähr lässt sich also freise aus Cartesianischen Wirbeln die Schwere und das Bestreba gen den Mittelpunct erklären; aber dals kein ähnlicher Vess welcher den Bewegungen der in ungleichen Zeiten um die Segehenden Planeten gemäß wäre, welcher den die Erde betenden Mond darstellte, u. s. w. möglich seyn würde, leicht 2.

Unter den neuern Physikern, welche die Gravitation der die Bewegung einer feinen Materie erklären, hat Le Sage der den Beisall, welchen de Luc seinem Systeme schenkte, eine Celebrität erlangt. Le Sage nahm ein feines Fluidum an, welches von allen Puncten her nach allen Puncten zu strömt; inder ein Körper das Zuströmen dieser Materie von einer Seite de Auschein einer Anziehung hervor. der Luc glaubt, diese Erkrung durch bestimmte Ursachen sey der Natur gemälser, de wenn man den Körpern, da, wo sie nicht sind, Wirkungen be-

¹ Princip. philos. Lib. IV. propos. 19. sq. Nach seiner Meinel haben die singulae partes materiae coelestis eine Kraft, sich von et Erde zu entfernen; sie können aber ihre Wirkung nur zeigez, iste sie irdische Theilchen unter sich herabdrücken, und ihren Plats er nehmen.

² Die hier anzuführenden Schriften können im Art, Anzichtel nachgesehen werden,

ge. Daß man aber hier eine unaufhörliche, von allen Puncten is nach allen Puncten hin gehende Bewegung, ohne eine Ursane denselben anzugeben, voraussetzt, ist gewiß eben so dunkel s jene Anziehungskraft selbst. — Was neuere Schriftstelri Arlink und andere angegeben haben, führt ehen so wenig zu, nem bessern Systeme und verdient gar keiner Beachtung.

Intwickelung einiger aus der Theorie der allgemeinen Schwere fliefsender Lehrsätze.

1. Zuerst mag hier 2 die Berechnung stehn, welche die Ueerzeugung gewährt, dass eben die Anziehungskraft, welche wir uf der Erde Kraft der Schwere nennen, auch auf den Mond wirkt.

Unter demjenigen Parallelkreise, wo das Quadrat des Sirus der Breite = 1 ist, fallen die Körper in 1 Sec. durch 15,07443 Par, Fuls, und man nimmt am besten diesen Punct, weil da die Attractionskraft der Erde an der Oberfläche sehr nahe der Masse der Erde, dividirt mit dem Quadrate des Abstandes vom Schwerpuncte, gleich ist: aber wegen der Rotation der Erde muss man hier 432 zulegen, weil die wahre Schwerkraft um 3 der Centrifugalkraft oder um 1. 248 der Schwerkraft großer ist, als der beobachtete Fall der Körper sie anzeigt; der Fallraum auf der rnhenden Erde wurde also hier seyn = 15,10958 Par. Fuss. Ist es nun gegründet, dass die Schwere nach dem umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Abstände vermindert, auf den Mond wirkt, so sollte, wenn x die Mondparallaxe ist, x2. 15,10958 die Fallhöhe des Mondes seyn. Diese ist jedoch aus zwei Gründen su sorrigiren. Sie ist nämlich erstlich in dem Verhältnis größer, als die Summe'der Masse von Erde und Mond größer, als die Masse der Erde ist, also im Verhältnis 76:75 und sie ist zweitens um 318 kleiner, weil die Einwirkung der Sonne um so viel im Mittel die Wirkung der Erde vermindert, so also wird die Fallhöhe des Mondes = $\frac{76}{110}$. $\frac{117}{1100}$ x² 15,10958 = x² 15,26827. Der Erdhalbmesser ist in jener geographischen Breite = 19608190

¹ Dr Lüc neue Ideen über Meteorologie, · 8. 109.

² Nach den von LAPLACE gegebenen Zahlenbestimmungen, wo ich aber die Mondmasse = +75 setze; vgl. Méc. cél. Liv. II. Chap. I.

2. Die Frage, wie ein nach dem Gesetze der allgemeins Schwere angezogener, gegen den anziehenden Mittelpund is fallender Körper sich bewegt, ist im Art. Fall 2 beantweit Die verwandte Frage, wie ein zwischen zwei anziehenden Patten befindlicher Punct sich gegen den stärker anziehenden pewegt, läst sich auch leicht auflösen. Es sey der Abstand zweier anziehender Puncte von einander = a, der Abstand angezogenen Körpers von dem ersten = s, die Masse des erste = M', des zweiten = M''. Ist nun für den zweiten in der Entfernung = R die Größe des Fallraumes in 1 Sec. = 6, " ist die Kraft, welche den von jenem gegen diesen fortgehende Körper beschleunigt = $\frac{R^2}{(a-s)^2} - \frac{R^2 M'}{M'' s^2}$, wenn die anziehende Kraft des zweiten in der Entfernung R = 1 gesetzt wird Es ist also, wenn der Körper sich gegen den zweiten anziehen den Punct zu bewegt,

 $dv = 2g R^2 dt \left| \frac{1}{(a-s)^2} - \frac{M'}{M'' s^2} \right|$

¹ Laplace nimmt die Masse des Mondes = 11,7 und erhält des 55' 58",7, so dess da fast elsen so viel zu wenig, als hier zu viel he aus kömmt.

^{2 8. 10.}

$$2 \, \forall d \, v' = 4g \, R^2 \, ds \, \left\{ \frac{1}{(a-s)^2} - \frac{M'}{M'' \, s^2} \right\}$$

$$v^2 = \text{Const} + 4g \, R^2 \, \left\{ \frac{1}{a-s} + \frac{M'}{M'' \, s} \right\}$$

der went v = c war für s = b,

$$v^2 - c^2 = 4 g R^2 \left\{ \frac{s - b}{(a - b) (a - s)} - \frac{(s - b) M'}{M'' b s} \right\}$$

Der Wersh von dv zeigt, dass da, wo $\frac{s}{a-s} = \sqrt{\frac{M}{M''}}$ ist, gar zeine Beschlennigung statt findet, und man kann daher fragen, wie groß muß e seyn, damit an dieser Stelle v=0 werde. Die Gleichung $v^2 = c^2$ giebt, dass dam

$$c^2 = 4g R^2 (s-b) \left\{ \frac{M'}{M' + b s}, -\frac{1}{(a-b)(a-s)} \right\}$$

di

$$c_i^2 = 4g R^2 \frac{(s-b)!}{a-s} \left\{ \frac{1}{b} \mathcal{V} \frac{M^4}{M''} - \frac{1}{a-b} \right\}$$

übergeht.

Wenn ein Körper von der Oberstäche des Mondes gerade gegen die Erde geworsen würde, so wäre b der Halbmesser des Mondes, nahe genug b = 210 a, wenn a der Abstand des Mondes von der Erde ist; M könnte nahe genug um bequem die Wurzel auszuziehen, = 64 M gesetzt werden, und für jenen Punct gleicher vorwärts und zurückzuziehender Kraft wäre

s = (a - s)
$$V = \frac{1}{64} = \frac{a - s}{8}$$
,
und s = $\frac{1}{9}$ a, also

$$c^2 = 4g R^2 = \frac{201}{8 \cdot 210 a} = \frac{210}{8 \cdot 209}$$
,

$$c^2 = 4g R^2 = \frac{201}{8 \cdot 209} = \frac{201}{8 \cdot 209$$

also wenn g = 15; a = 60 R = 60,19614600 ist, so ware $c = \frac{201}{8}$ R. 0,000015618 = 0,0003924 R = 7696 Fuls. Mit dieser Geschwindigkeit müßte auf dem ruhenden Monde ein Körper geworfen werden, um jenen Punct zu erreichen, und

wenn seine Geschwindigkeit größer wäre, so würde e: mehr zum Monde zurückfallen, sondern auf die Erde gen Diese Geschwindigkeit ergiebt sich etwas anders, wenn der in der Erdnähe, als wenn er in der Erdferne ist , und jezstimmungen sind also genügend, wenn gleich die Massen Entfernungen, der Bequemlichkeit der Rechnung wegen, ganzen Zahlen angenommen sind. Eine Gleichung zwisch und t zu suchen, wäre ohne Nutzen, da uns der Fall, ein che Bewegung zu berechnen, nicht leicht vorkommet, un Frage, ob allenfalls ein Körper vom Monde zu ums hereh worfen werden konne, (die einzige, zu deren Beautwortung dieses Problem angewandt, has ans dem Vorigen beautes werden kann. Indels ist bei dieser Frage noch zu beachten Mond und Erde nicht im Weltrame ruhn, und jener von Ma ab geworfene Körper also schon die Bewegung besitzt, zt we cher der Mond um die Erde läuft; ein Umstand, welche is Berechnung der Bewegung eines vom Monde gegen die Erde worfenen Körpers ungemein erschwert.

3. Die allgemeine Frage, wie ein Körper sich bewege, wei zwei anziehende Kräfte von verschiedenen Mittelpuncten wauf ihn wirken, bietet sehr viele Schwierigkeiten dar. Um bedie Differentialformeln nur für einen leichtern Fall anzugete liege die Richtung der Bewegung in eben der Ebene, in welcht die drei Puncte sich befinden, und x, y, mögen des beweget Punctes, x,','y', x', y'', der anziehenden Puncte Coordinate seyn; dann übt die erste Masse = m' auf die Masse m, eine durch m' (x'-x,2+(y'-y)) ausgedrückte Anziehung aus, wo nie-

lich der Nenner das Quadrat des Abstandes beider Puncte von einander ist; und diese Anziehung giebt mit x parallel

m
$$(x - x)$$

$$\frac{r}{r} [(x - x)^{\frac{1}{2}} + (y' - y)^{\frac{1}{2}}]^{\frac{1}{2}}}$$
mit y parallel $\frac{m'}{r} (y' - y)$
und diese beiden Ausdrücke lassen sich in
$$\frac{1}{m} \left(\frac{d\lambda'}{dx}\right) \text{ und } \frac{1}{m} \left(\frac{d\lambda'}{dy}\right)$$
umgestalten, wenn $\lambda' = \frac{m}{r} [(x' - x)^{\frac{1}{2}} + (y' - x')^{\frac{1}{2}}]$

ist. Auf eine ähnliche Weise erhielte man, wenn

 $= \frac{m \cdot m''}{1 - [(x'' - x)^2 + (y'' - y)^2]}$ ist, die Wirkungen, die aus Anziehung des zweiten Punktes entspringen

$$=\frac{1}{m}\left(\frac{d\lambda''}{dx}\right)$$
, and $=\frac{1}{m}\left(\frac{d\lambda''}{dy}\right)$

ie Wirkungen der Körper m', m'' auf einander lassen sich eben bei durch eine ähnliche Größe λ''' ausdrücken. Versteht man itzt unter λ die Summer der vorhin durch λ' , λ'' , λ''' angedeusten Größe, so ist

$$\lambda = \frac{\frac{m \ m'}{r \ [(x'-x)^2 + (y'-y)^2]} + \frac{m \ m''}{r \ [(x''-x)^2 + (y''-y)^2]} + \frac{m \ m''}{r \ [(x''-x)^2 + (y''-y)^2]_5}$$

$$= \frac{\frac{d \lambda}{d x}}{und \left(\frac{d \lambda}{d x}\right) = \frac{1! m \ m' \ (x'-x)}{[(x'-x)^2 + (y', m, y)^2]_{\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}}} + \frac{m \ m'' \ (x''-x')}{[(x''-x)^2 + (y''-y)^2]_{\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}}} + \frac{m' \ m'' \ (x''-x')}{[(x''-x)^2 + (y''-y)^2]_{\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}}}$$
Nach den Bewegungsgesefzen läßt sich nun leicht übersehen,

dals dx die nach der Richtung der x zerlegte Geschwindigkeit

les Körpers m', und $\frac{d^2 x}{dt}$ die Zunahme dieser Geschwindigkeit ist; diese aber ist $=\frac{1}{m}\left(\frac{d \lambda}{dx}\right) dt$, nämlich der beschleunigen-

den Kraft und dem Differentiale der Zeit proportional. So erhält man also für den einen Körper

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = \left(\frac{d\lambda}{dx}\right);$$
 und $m\frac{d^2y}{dt^2} = \left(\frac{d\lambda}{dy}\right);$

und da arch die anziehenden Körper eben so gut beweglich sind, so werden auch sie zur Bewegung augetrieben, wo dann

$$\mathbf{m}' \frac{\mathrm{d}^2 \mathbf{x}'}{\mathrm{d} t^2} = \left(\frac{\mathrm{d} \lambda}{\mathrm{d} \mathbf{x}'}\right); \ \mathbf{m}' \frac{\mathrm{d}^2 \mathbf{y}'}{\mathrm{d} t^2} = \left(\frac{\mathrm{d} \lambda}{\mathrm{d} \mathbf{y}'}\right);$$

$$\mathbf{m}'' \frac{\mathrm{d}^2 \mathbf{x}''}{\mathrm{d} t^2} = \left(\frac{\mathrm{d} \lambda}{\mathrm{d} \mathbf{x}'}\right); \ \mathbf{m}'' \frac{\mathrm{d}^2 \mathbf{y}''}{\mathrm{d} t^2} = \left(\frac{\mathrm{d} \lambda}{\mathrm{d} \mathbf{y}''}\right).$$

LAPLACE leitet hieraus folgende weitere Bestimmungen ab: da die Summe $\left(\frac{d\lambda}{dx}\right) + \left(\frac{d\lambda}{dx'}\right) + \left(\frac{d\lambda}{dx''}\right) = 0$ ist, wowon man sich beim Differentiiren sogleich überzeugt, so ist

$$m d^2 x + m' d^2 x' + m'' d^2 x'' = 0$$

und eben so m d²y + m' d²y' + m'' d²y'' = 0, diese beiden Gleichungen enthalten das Theorem, die Schwerpunct der drei Körper durch die gegenseitige Anzielkeine Aenderung seiner Bewegung leidet, sondern sich glei förmig und nach gerader Richtung fortbewegt. Es in mit bekannt, dass die Gleichungen für beide Coordinaten des Sam punctes sind,

$$\frac{mx + m'x' + m''x''}{m + m' + m''} = X,$$

$$\frac{my + m'y' + m''y''}{m + m' + m''} = Y;$$

da nun jene beiden Gleichungen geben

$$\frac{\mathrm{d}^2 X}{\mathrm{d} t} = 0; \frac{P^2 Y}{\mathrm{d} t} = 0,$$

so ist $\frac{dX}{dt}$ = Const, $\frac{dY}{dt}$ = Const, also die Geschwischen und Richtung des Schwerpunctes unveränderlich.

one. Die Gleichungen $\frac{d^2 x}{d t^2} = \left(\frac{d \lambda}{d x}\right)$, jede mit dem zugebeiten.

The Gleichungen $\frac{1}{dt^2} = \frac{1}{dx}$, jede mit dem zugen

gen — y multiplicirt, und die Gleichungen $\frac{d^2 y}{d t^2} = \frac{d^2 y}{d t^2}$ jede mit dem zugehörigen + x mult. und alle addirt, geben

$$0 = \frac{m (x d^2 y - y d^2 x)}{d t^2} + \frac{m' (x' d^2 y' - y' d^2 x')}{d t^2}$$

$$+ \frac{\mathbf{m''} (\mathbf{x''} d^2 \mathbf{y''} - \mathbf{y''} d^2 \mathbf{x''})}{\mathbf{d} d^2}$$

$$+ \mathbf{y} \left(\frac{\mathrm{d} \lambda}{\mathrm{d} \mathbf{x'}} \right) + \mathbf{y'} \left(\frac{\mathrm{d} \lambda}{\mathrm{d} \mathbf{x'}} \right) + \mathbf{y''} \left(\frac{\mathrm{d} \lambda}{\mathrm{d} \mathbf{z''}} \right),$$

$$-x\left(\frac{dx}{dy}\right)-x'\left(\frac{dx}{dy}\right)-x''\left(\frac{dx}{dy'}\right)$$

und da aus dem Werthe von 2 leicht folgt, dass

$$y'\left(\frac{d\lambda}{dy}\right) + y'\left(\frac{d\lambda}{dx'}\right) + y''\left(\frac{d\lambda}{dx''}\right)$$

$$= x\left(\frac{d\lambda}{dx}\right) + x'\left(\frac{d\lambda}{dy'}\right) + x''\left(\frac{d\lambda}{dy''}\right),$$

so isto
$$0 = \frac{m (x d^2 y - y d^2 x)}{d t^2} + \frac{m' (x' d^2 y' - y' d^2 x)}{d t^2}$$

$$+\frac{m''. (x'' d^2 y'' - y'' d^2 x'')}{d t^2};$$

$$const = \frac{m (x dy - y dx)}{dt} + \frac{m' (x' dy' - y' dx')}{dt}$$

$$m'' (\pi'' dy'' - y'' dx'')$$

$$\frac{\mathbf{m''} \; (\mathbf{m''} \, \mathbf{d} \, \mathbf{y''} - \mathbf{y''} \, \mathbf{d} \, \mathbf{x''})}{\mathbf{d} \, \mathbf{t}};$$

neilst, wenn man die Winkelfläche, welche der vom Anspuncte der Coordinaten nach dem Ruhtte im gezogne Rav Vector in der Zeit de heschreibt, mit im multiplicirt und so auch für die übrigen Puncte verfährt, so ist die Summe dieser Producte der Zeit dit proportional; also in einer größeit ist diese Summe der Zeit proportional. — Hierbei ist Anfangspunct des Coordinaten willkürlich, und wenn man in der anziehenden Pincte selbst als Anfangspunct annähme, inde man in jedem Zeittheilehen die Snummen in Beziehung ihn der Zeit proportional.

Endlich lässt sich noch ein Integral aus den obigen Gleingen erhalten, indem

$$n \frac{d^2 x}{d t^2} = \left(\frac{d \lambda}{d x}\right); m \frac{d^2 y}{d t^2} = \left(\frac{d \lambda}{d y}\right)$$

$$\frac{d \times d^2 \times m \, dy \, d^2 y}{dt^2} = d \times \left(\frac{d \lambda}{dx}\right) + d y \left(\frac{d \lambda}{dy}\right);$$

$$\frac{d \times d^2 \times m \, dx}{dt^2} = d \times \left(\frac{d \lambda}{dx}\right) + d x \left(\frac{d \lambda}{dy}\right);$$

$$\frac{dx'}{dt^2} + m'' \frac{dy''}{dt^2} = dx'' \left(\frac{d\lambda}{dx''}\right) + dy'' \left(\frac{d\lambda}{dx''}\right)$$

Summe der letzten Theile dieser Gleichungen ist = dl, und gersteren geben integrint

$$m \left(\frac{dx^{2} + dy^{2}}{dt^{2}} \right) + \frac{1}{2} m' \left(\frac{dx'^{2} + dy'^{2}}{dt^{2}} \right)$$

$$+ \frac{1}{2} m'' \left(\frac{dx''^{2} + dy''^{2}}{dt^{2}} \right)$$

$$+ \frac{1}{2} m'' \left(\frac{dx''^{2} + dy''^{2}}{dt^{2}} \right)$$

$$+ \frac{1}{2} m'' \left(\frac{dx''^{2} + dy''^{2}}{dt^{2}} \right)$$

slehes elso = 2 + Const. ist. Das hierin enthaltene Gesetz der

¹ Das xdy — ydx gleich dem doppelt genommenen Differenle der Winkelfläche ist, erhellt so: Es sey AB = x, BC = y, BD Fig. dx, EF = dy, so ist die Fläche CAF = ABC + BGED + CEF 233. FAD = xy + ydx + ½ dxdy — ¼(x + dx) (y + dy) oder mit eglassang der Glieder zweiter Ordnung = ¼ (ydx — xdy).

lebendigen Kräfte drückt Laplace so aus 1: die Summe kannen kräfte, das ist der Producte aus dem Quadrate des schwindigkeit jedes Punctes in seine Masse, ist erstlich währerlich, wenn keine anziehende Kräfte auf das System Puncten wirken, oder $\lambda = 0$ ist, und zweitens ist die Swifte Wermehrungen der Iebendigen Kräfte, wenn anziehende Kräfte wirken, gleich groß, was auch immer für krumme leigeder dieser Körper beschrieben haben mag, wosem mit Abgangs – und Ankunftspuncte dieselben sind.

... Dass hier erstlich $\frac{dx^2 + dy^2}{dt^2}$ gleich dem Quadrate dass

muls ja das Integral so genommen werden, dass es verschant wenn wir die Körper alle in die Puncte, wo wir ihre Besse zu betrachten ansangen, (ihre Abgangspuncte) wersetzen, dass es seinen vollen Werth erhält, wenn wir die Körper alle die Puncte, wo sie am Ende der zu betrachtenden Bewegen kommen, (die Ankunstspuncte) versetzen; und indem Land diese Werthe von 1 bezeichnen, so hängt offenbar der Werth jener Summe von Producten gar nicht von desse Werthen ab, welche 1 zwischen jenen Endpuncten einer das per zwischen jenen Puncten durchläust.

Diese Betrachtung der gegenseitigen Anziehung dreit ber wird in unserm Sonnensysteme dadurch sehr erleichtet die Einwirkung eines Hauptkörpers so vorwaltend ist, das die Hauptumstände der Bewegung der von ihm angezoges ber bestimmen kann, ohne auf die übrigen schwäch einwirden Körper Rücksicht zu nehmen, indem die Einwirkung den Körper Rücksicht zu nehmen, indem die Einwirkung den Körper Rücksicht zu nehmen, indem die Einwirkung den körper Siche Systeme der Doppelsterne zu seyn scheinen, in wir chen drei ziemlich gleiche Körper sich anziehen, so würde die allgemeine Betrachtung durchgeführt werden mässen, und Gesetze der Bewegung eines jeden Körpers dieses Systems bestimmen, und Herschells Folgerungen möchten wohlde nicht ausreichen.

In jenen Gleichungen ist aber auch der leichtere Fill,

¹ Méc. cel. Livre It 5. 19.

² Herschkl's Schrifton. 1 Th. 8. 183.

· zwei einander janzichende Körper da sind, mit enthalten. mämlich m"≔0, so sollte

$$c = \frac{m (x dy - y dx)}{dt} + \frac{m' (x' dy' - y' dx')}{dt}$$

also
$$x' = -\frac{m}{m'}x$$
; $y' = -\frac{m}{m'}y$
und m' $(x'dy' - y'dx') = \frac{m^2}{m'}(xdy - ydx)$,

also
$$\frac{c}{m} dt = \frac{m' + m}{m'} (x dy - y dx),$$

also die um den Schwerpunct beschriebene doppelte Sectorstäche $= \frac{m'}{m' + m}$ derjenigen Fläche, die um den einen Punct beschrieben würde, twenn man die Masse des andern Punctes oder Körpers als = 0 ansähe.

Wenn wir diese anzubringende Correction, die für die Kleinheit der Planetenmassen unbedeutend ist, uns für die Folgebemerken, so reicht es hin, die Bewegungen so zu bestimmen, als ob x' und y' immer == 0 wären und x, y, von dem mächtig anziehende Puncte an gerechnet würden. Dann ist zugleich

$$C^{2} dt = x dy - y dx \text{ und } \lambda + \text{Const} = \frac{m m'}{\gamma (x^{2} + y^{2})} + \text{Const}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{m (dx^{2} + dy^{2})}{dt^{2}}. \text{ Es sey } \frac{\text{Const}}{m} = D; x^{2} + y^{2} = \varrho^{2}$$

$$x = \varrho \text{ Cos. } \varphi; y = \varrho \text{ Sin. } \varphi; dx^{2} + dy^{2} = d\varrho^{2} + \varrho^{2} d\varphi^{2}, \text{ also}$$

$$m' dt^{2} + D dt^{2} \varrho = \frac{1}{2} \varrho (d\varrho^{2} + \varrho^{2} d\varphi^{2}),$$

$$aber dt war = \frac{x dy - y dx}{C^{2}}, = \frac{\varrho^{2} d\varphi}{C^{2}},$$

$$also \frac{m' \varrho^{3} d\varphi^{2}}{C^{4}} + \frac{D \varrho^{4} d\varphi^{2}}{C^{4}} = \frac{1}{2} d\varrho^{2} + \frac{1}{2} \varrho^{2} d\varphi^{2}$$

$$oder d\varphi = \frac{C^{2} d\varrho}{\varrho \cdot r \left[-C^{4} + 2m'\varrho + 2 D\varrho^{2} \right]}.$$

Diese Gleichung ist völlig übereinstimmend mit der im Ari Centralkräfte gefunden, und die Bahn ein Kegelschnit, des Farameter $=\frac{2}{m'}$ und halbe Axe $=\frac{m'}{2D}$ ist. Hier ist Dr gativ (und wie die Vergleichung mit dem Artikel Centralkritzeigt, die Curve eine Ellipse) wenn die Geschwindigkeit bewegten Körpers kleiner, als $\sqrt{\frac{2}{\varrho}}$, ist; — doch die weren Erörterungen darüber sind schon an dem angeführen Gegeben.

4. Ein anderes von der Theorie der Gravitation abhispedes Problem ist die Bestimmung der von einem ganzen her ausgeübten Attraction, wenn die Gestalt derselben gegebastlich will mich hier auf die Bestimmung der Attraction eine begel und eines Ellipsoides beschränken, da nur dieser Fall bewendung im Sonnensysteme findet.

Wenn im Allgemeinen des angezogenen Punctes Coordinten a, b, c sind, die Coordinaten eines anziehenden Theildes aber x, y, z, und dieses Theilchens Masse = d M = d x d y d t so wird die von diesem Theilchen ausgeübte gesammte Attracte durch $\frac{d x d y d z}{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2}$ ausgedrückt. Um zum

den leichtesten Fall zu betrachten, sey eine Kugelschicht von Halbmesser = r und der Dicke = dr der anziehende Köpe. Der angezogene Punct liegt hier allemal auf einem Radins der Kugel oder auf dessen Verlängerung, und diesen Radius will ich als Axe der Kugel, den darauf senkrechten größten Kreis il Aequator ansehen, um die Lage des anziehenden Theilchen dM durch seine Breite = 90° — 3 und Länge = 7 anzugeben: dam ist offenbar das Differential der Kugelfläche = r² d 3. Sin. 3. dz.

¹ S. Th. II, 8. 71.

. dM = r^2 d ϑ . d η . dr. Sin. ϑ . Der Abstand dieses ilchens vom angezognen Puncte ist = γ ($r^2 - 2$ ar Cos. ϑ ²), und die ganze Attraction dieses Theilchens auf den zogenen Punct = $\frac{r^2}{(r^2-2)} \frac{d\vartheta}{d\eta} \cdot \frac{dr}{dr} \cdot \frac{dr}{dr} \cdot \frac{\vartheta}{dr}$.

Es ist aber offenbar, dass die auf jene Axe senkrechte Ation sich, wenn man sie für die ganze Kugel sucht, zerstört, daher nur die mit der Axe parallele Attraction in Betrachkommt; diese wird gefunden, wenn man jene Attraction dem Cosinus desjenigen Winkels multiplicirt, welchen die schen dem anziehenden und angezognen Puncte gezogne Limit der Axe macht, und dieser Cosinus ist

$$= + \frac{a - r \cos \theta}{r (r^2 - 2 a r \cos \theta + a^2)}$$

jene zerlegte Attraction

$$= + \frac{(a - r \cos \vartheta) r^2 d\vartheta d\eta dr \sin \vartheta}{\gamma (r^2 - 2 ar \cos \vartheta + a^2)^3}$$

nn man diese Gleichung zuerst in Beziehung auf η integrirt, dieses Integral von $\eta = 0$ bis $\eta = 2\pi$ oder für den gan-Umfang des Parallelkreises nimmt, so ist das Integral

$$= \frac{2 r^2 \pi dr. (a - r \cos \vartheta) d\vartheta \sin \vartheta}{\Upsilon (r^2 - 2 ar \cos \vartheta + a^2)^3}.$$

ser Ausdruck bleibt immer positiv, (da ϑ immer $< 180^\circ$ ist), in a größer als r ist; statt daß er vom Positiven ins Negatiübergeht für verschiedene Werthe von ϑ , wenn a < r ist;
r der angezogne Punet innerhalb der Kugelschicht liegt. Um
Beziehung auf ϑ zu integriren, say $r^2 = 280$ Cos $\vartheta + a^2 = v^2$,
ir Sin. $\vartheta d\vartheta = vdv$; a - r Cos. $\vartheta = \frac{2}{3}$ Cos. $\vartheta + \frac{1}{2}$ also je-

Formel $=\frac{r}{a^2} \pi dr$. $\left(\frac{a^2-r^2}{v^2}+1\right) dv$ wovon das Integral = 1st $+\frac{r\pi dr}{a^2} \left(v-\frac{a^2-r^2}{v}\right)$ ist. Soll dieses verschwinnt in $\theta = 0$ oder v = r - a, für den innerhalb liegenden nct, so ist die Constans $=-\frac{2r^2\pi dr}{a^2}$, and da es für die 1ze Kugel also bis Cos. $\theta = -1$, v = a + r, genommen reden soll, so ist es = 0, für den innerhalb der Kugel liegen Punct, und es ergiebt sich das schon von New Tox gefunde-

ne Theorem, dass die ganze Kugelschale auf den inneh genden Punct gar keine Attraction ausübt.

Wenn der Punct außerhalb liegt, so muß wieder tegral von 3 = 0 bis 3 = 180° genommen werden, è aber nun von v = a -- r bis v = a + r. die Const $= + \frac{2 r^2 \pi dr}{r^2}$, und der volle Werth des Integrals $= \frac{2}{r^2}$

 $+\frac{2r^2\pi dr}{r^2}=\frac{4r^2\pi dr}{r^2}$. De der Inhalt der Kugelsch

 $4 r^2 \pi d r$ ist = M, so ubt sie die Attraction = $\frac{m}{r^2}$ and grols, als wenn die ganze Masse der Kugelschicht in is telpuncte vereinigt wäre.

Ist es nicht eine Kugelschicht allein, sondem Kugel, welche anziehend wirkt, so sind erstlich für # halb liegenden Punct alle ihn außen umgebenden Ing ten unwirksam, die innerhalb liegenden üben eine F $\int \frac{4 r^2 \pi dr}{r^2} = \frac{4}{3} a \pi$ aus, indem nämlich des longs von r = 0 bis r = a gunommen werden muß; zweites is nen außerhalb liegenden Punct ist die ganze Attractie $4 r^3 \pi$ eben so groß, als wenn die ganze Masse der Lepel s

Mittelpuncte vereinigt ware. So lange also der angezogne Punct sich ausmid de legel befindet, ist die von der Kugel auf ihn ausgebie herens dem Quadrate seines Abstandes vom Mittelpunde proportional; befindet er sich aber innerhalb der Kugel, 10 le det er eine, dem Abstande vom Centro direct proportione ziehung.

Diese Theoreme hatte schon Nawron gelunden durch elegante synthetische Beweise begründet; et bill sich and schonje einige die Attraction des Sphäroids betreffende me gefunden, an welché Mac-Laurin 3 die Entdeckung rerer Theoreme anschloss. Später hat diese Untersuchung:

¹ Princip. phil. Lib. I. Sect. 12.

² ibid. Sect. 13 Propos. 91. Cor. 2, 3.

De causa fluxus et refluxus maris in d. Recueil des pièce, el ont remporté les prix de l'acad, roy. Tome 4.

Ellipsoid angewandt, die größten Analytiker, LAGRANGE 1, ENDRE 2, LAPLACE 3, IVORY 4, POISSON 5, beschäftigt. Am ichsten aber hat GAUSS diesen Gegenstand behandelt, dessen stellung ich, so weit sie für die Bestimmung der Attraction s homogenen Ellipsoids nöthig ist, hier, nebst einigen Erzungen, mittheilen will 6.

Wenn ein Körper durch eine, nicht ins Unendliche hinehende Oberfläche umschlossen ist, so wird bekanntlich dieberfläche von jeder unbegrenzt fortlaufenden geraden Linie wei, oder vier oder sechs Puncteu. s. w. geschnitten. Wenn sich also jeden Punct der Oberfläche durch Coordinaten'x, ; bestimmt denkt, und auf der mit y, z parallel gelegten ie eine rund um begränzte kleine Fläche d Z zeichnet, über er aber einen Cylinder errichtet, dessen Seitenlinien mit & pail sind, so schneidet diese Cylindersläche offenbar eine ge-Anzahl unendlich kleiner Stückchen auf der Oberstäche des pers ab, und da die Seitenlinie des Cylinders (wenn nämjene Ebene außerhalb der krummen Fläche so liegt, dals die ze krumme Fläche sich an einer und derselben Seite befindet) ersten Puncte in den von der krummen Fläche umschlosse-Raum eindringt, im zweiten ihn wieder verläßt, u. s. w. st, wenn a den Winkel zwischen der Normallinie der Fläan dieser Stelle und der Seitenlinie des Cylinders bedeutet, swechselnd spitz und stumpf. Nennt man das durch diesen inder abgeschnittene Theilchen der Fläche = de an der ei-, == dc" an der andern Stelle, so ist offenbar d Σ sowohl die jection des einen, wie des andern Theilchens und de Cos. o' nso groß als $d\varsigma''$ Cos. σ'' , wenn σ' , σ'' die Werthe des Winder Normallinie und der Seite des Cylinders für beide klei-Flächenstücke sind; wegen der ungleichen Zeichen des Cois ist aber, wenn ich hier nur ein zweimaliges Einschneiden

¹ Nouv. Mém. de Pacad. de Berlin pour l'année 1773.

² Mem. presenters à bacad. roy. des sc. Tome 10.

^{8.} Mém. de l'acad. des sc. 1782. und Mécan, céleste Livre 3.

⁴ Philos. Transact for 1809.

⁵ Connois. des Tems. pour 1829.

⁶ Theoria attractionis corp. sphaeroidicorum ellipticorum homo wrum, methodo nova tractata, auctore C. F. Gauss. 1813.

^{7.} Bd. [,1111

annehme, ds' Cos. s' + ds'' Cos. s'' = 0. Da dieses für solchen, den Korper durchschneidenden Cylinder gilt, solchen, s' = 0, wenn man dieses Integral auf die solchen des Körpers ausdehnt.

Liegt jene Ebene, in welcher die Grundstäche unsere linders sich befand, so, dass für sie $x = \alpha$ ist, und sir Durchschnittspuncte mit der krummen Oberstäche des Kösist x = x', x = x'', so ist der innerhalb des Körpengende Theil des Cylinders $= d \Sigma (x'' - x')$, oder da de $d \in C$ Cos. $a' = d \in C$ Cos. a'', jener Theil $= x' d \in C$ $+ x'' d \in C$ Cos. a'', folglich der Inhalt des ganzen kösist $+ x'' d \in C$ Cos. a'', wenn dieses Integral auf die ganze Obesis bezogen wird. (II.)

Es sey nun jener Cylinder ganz mit Materie erfül, reche anziehend auf einen, durch die Coordinaten a, b.: stimmten Punct wirkt; irgend ein Punct des Cylinders seried die Coordinaten ξ , η , ζ , bestimmt, so daß der Abstand in Puncte von einander $\varrho = r \left[(a - \xi^2) + (b - \eta)^2 + (c - t)^2 \right]$ so ist jenes Punctes Attraction $= \frac{d \sum d \xi}{\varrho^2}$, oder da, ween in demselben Cylinder bleibt, sich bloß ξ ändert, und in $(a - \xi)$ d $\xi = -\varrho$ d ϱ ist, jene Attraction $= -\frac{d \sum d \varrho}{\varrho^2}$ hervorgeht, oder für den ganzen Cylinder, dessen Grundflächt d ξ ist, die mit x parallele Attraction $= + d \sum \frac{d}{\varrho} - Const.$ oder wenn r, r die Werthe von ϱ an den Stellen sind, wo den Cylinder in die Oberfläche eindringt, der ganze Werth der mit x parallelen Attraction für den mit Materie erfüllten Theil des Cylinders $= \frac{d \sum d \sum r}{r} - \frac{d \sum d \sum r}{r} = \frac{d r}{r} - \frac{d r}{r} - \frac{d r}{r}$

Also ist wieder, wenn die Integrale sich auf die ganze überfläche des anziehenden Körpers erstrecken, diese gesammte Attraction $=\int \frac{\mathrm{d}\,\varsigma \cdot \mathrm{Cos.}\,\,\sigma}{\mathbf{r}}$ mit x parallel, (III.) und eben so feinde man die mit y und z parallele Attraction, wenn man mit statt σ den Winkel setzte, welchen y, z, mit der Normallinie der Oberfläche machen.

Man denke sich nun um den angezogenen Punct mit dem bmesser = R eine Kugelstäche beschrieben, und ein Raderselben treffe einen Punct eines kleinen Raumes = d Z dieser Kugelfläche. Verlängert man diesen Radius, so trifft m Allgemeinen die Oberstäche des anziehenden Körpers ein, i, fünf Male, wenn der angezogene Punct sich innerhalb des iehenden Körpers befindet, und dagegen zwei, vier; sechs le u. s. w., wenn er ausserhalb liegt; der Fall, da der angene Punct in des anziehenden Körpers Oberfläche liegt, get zum ersten Falle, wenn der Radius sich sogleich von des rpers Oberstäche entfernt, zum zweiten Falle, wenn er grahier in den Körper eindringt. Werden nun von dem angenen Puncte aus Linien nach dem Umfange jener auf der Kufläche umgränzten kleinen Fläche d Z gezogen, welche die erstäche des anziehenden Körpers schneiden, so begrenzen se auf derselben ein kleines Stück = dc. Denken wir uns rch diesen Flächentheil, dessen Abstand von eben jenem Mitpuncte = r sey, eine Projection dieges Stückes de auf, einer igelfläche, so ist sie = d ς Cos. τ wenn τ der Winkel zwischen · Normallinie der krummen Fläche und dem Radius der Ku-Da nun d'Z, auf der Kugelfläche vom Halbmesser == durch eben die konische Fläche begrenzt wird, die auf der igelfläche vom Halbmesser = r, das Stück d c Cos. z begrenzt, ist dΣ: dc Cos. τ = R2: r2. Schneiden also jene, das ieilchen d D begrenzenden, Linien öfter in Entfernungen r. r" in die Oberstäche des anziehenden Korpers ein, so ist ' Cos. $\tau' = \frac{r'^2}{R^2} d \Sigma$, $d \varsigma''$ Cos. $\tau'' = \frac{-r''^2}{R^2} d \Sigma$ u. s. w. enn der angezogne Punct außerhalb liegt, weil da z' ein spizr, τ" ein stumpfer Winkel ist; liegt dagegen der angezogne inct innerhalb, so ist $d \varsigma'$ Cos. $\tau' = \frac{-r'^2}{R^2} \frac{d \Sigma}{3}$, $d \varsigma''$ Cos. τ'' :+ $\frac{r''^2 d \Sigma}{R^2}$ u. s. w. wenn nämlich r' für den nächsten, r" für n zweiten Punct vom Centro an gerechnet, gilt. Liegt nun ir angezogne Punct außerhalb des anziehenden Körpers, so ist im Ellipsoid nur von zwei Puncten, wo jener Radius einhneidet, die Rede, und es ist $\frac{d\varsigma' \cos \tau'}{{r'}^2} + \frac{d\varsigma'' \cos \tau''}{{r''}^2} =$ so auch auf die ganze Obersläche des anziehenden Körpers ausgedehnt $\int \frac{d\varsigma \cos \tau}{r^2} = 0$; (IV. 1.); liegt der angezogne innerhalb, so ist beim Ellipsoid nur ein einziger Einschlung punct des Radius und $\frac{d\varsigma' \cos \tau'}{r'^2} = \frac{-d\Sigma}{R^2}$, also $\int \frac{d\varsigma \cos \tau'}{r'^2} = \frac{-d\Sigma}{R^2}$, also $\int \frac{d\varsigma \cos \tau'}{r'^2} = \frac{-d\Sigma}{R^2}$, auf die ganze Oberfläche des Ellipsoids her $\frac{-ganze \ Kugelfläche}{R^2} = -4\pi$.

Liegt der Punot in der Oberfläche selbst, so daf integration sich nur auf die eine, durch die Berührungsberkgeschnittene Halbkugel erstrecken. In diesen verschieden ist also $\int \frac{\mathrm{d} \, \varsigma. \, \mathrm{Cos.} \, \tau}{r^2} = 0$, wenn der angezogne hat serhalb (IV. 1.), = -2π , wenn er auf der Oberfläch ist = -4π , wenn er innerhalb (IV. 3) des anziehenden has liegt.

Der körperliche Raum des Kegels, der seine Spitze in segezognen Puncte hat, und sich bis zur Entfernung = r' erstellist = $-\frac{1}{3}r'$. ds' Cos. τ' , weil ds' Cos. τ' der umgrenzte Thider Kugeloberfläche ist; liegt nun der angezogne Punct innerhalb, so ist sogleich — $\int \frac{1}{3}r \ ds'$ Cos. τ auf die ganze Oberfläche des anziehenden Körpers bezogen, gleich seinem inhalt, und such wenn der Punct außerhalb läge, so würde — $(\frac{1}{3}r''ds')$ Cos $\tau'' + \frac{1}{3}r' ds'$ Cos. τ') den Inhalt des innerhalb des anziehenden Körpers liegenden konischen Raumes ausdrücken, wild die Differenz zwischen dem ganzen bis r'' sich erstreckenden, mid den außerhalb bis r' sich erstreckenden Kegel, wegen der engegengesetzten Zeichen der Cosinus als Summe erscheint, und auch hier ist also — $\frac{1}{3}\int r \ ds'$. Cos. τ , auf die ganze Oberfläcke angewandt, der Inhalt des anziehenden Körpers. (V.)

Um nun die Attraction zu bestimmen, denken wir aus eine Schicht von der Dicke dr in jenem konischen Körper ausgeschnitten; der Inhalt dieser Schicht ist $=\frac{r^2 d\Sigma}{R^2} dr$, and also die auf den Mittelpunct der Kugel ausgeübte Attraction

$$=\frac{r^2\,\mathrm{d}\,\Sigma\,\mathrm{d}\,r}{\mathrm{R}^2.\,r^2},$$

an sie dem Quadrate der Ahstände umgekehrt proportional ist.

ganzen unendl. schmalen Kegels Attraction ist also = 10.2

an man vom Scheitel an rechnet, oder allgemein

 $= (r''-r') \frac{d\Sigma}{R^{\Sigma}}.$

gt der Punct, welcher angezogen wird, außerhalb des Eloids, so drückt die letzte Formel sogleich die ganze Attracaus; liegt er innerhalb, so ist sie = rd 2 und jene, ich

 $\mathbf{h} = \frac{\mathbf{d} \mathbf{c}' \mathbf{Cos} \mathbf{r}'}{\mathbf{r}'} - \frac{\mathbf{d} \mathbf{c}'' \mathbf{Cos} \mathbf{r}'}{\mathbf{r}'}, \text{diese dangegen}$

Aus dieser gesennieren Attraction findet man die fläch der ihtung der Abscissen x gerichtete Attraction, wenn man mit dem Cosinis/ des zwischen dem Radius i und der kinnen der z liegenden Winkels multiplicirt, also, wenn die p heißt, = $-\int \frac{\mathrm{d} \, \varsigma \cdot \mathrm{Cost} \, \tau \cdot \mathrm{Cost} \, \phi}{1 - 1 - 1} \, (VI), wenn man$

eses Integral auf die ganze Oberfläche Best anziehenden Körns ausdehnt.

Es sey nun W == 0 die Gleiching für die Oberfläche des irpers, so ist

 $\frac{\pm \left(\frac{d \mathbf{W}}{d \mathbf{x}}\right)^{2} + \left(\frac{d \mathbf{W}}{d \mathbf{y}}\right)^{2} + \left(\frac{d \mathbf{W}}{d \mathbf{z}}\right)^{2}}{\left(\frac{d \mathbf{W}}{d \mathbf{x}}\right)^{2} + \left(\frac{d \mathbf{W}}{d \mathbf{z}}\right)^{2}}$

enn o den Winkel bedeutet, welchen irgendwo die Normalii e der krummen Fläche mit der Richtung der x macht . Ob eser Ausdruck und die entsprechenden, welche sich auf die siden andern Coordinaten beziehen, positiv oder negativ sind, ist sich so entscheiden: Wenn man auf der Normalbme in deste bstande = + d w einen zweiten Funct nimint, dessen Aband von dem vorigen sich aus dem Unterschiede seiner Coordinaten und derer des vorigen Punctes = d x, = d y, = d z, rgiebt, so ist dx = d w. Cos. o

¹ Brandes hohere Geometrie. 2 Th. 9. 249.

$$dy = dw$$
. Cos. 'a,
 $dz = dw$. Cos. "a,

wenn ' σ , " σ eben das in Beziehung auf y, z bedeuten, was a Beziehung auf x, und es wird $dw = \gamma (dx^2 + dy^2 + dz^2)$ zugeich aber

$$dW = \left\{ \left(\frac{dW}{dx} \right) \text{ Cos. } \sigma + \left(\frac{dW}{dy} \right) \text{ Cos. } \sigma + \left(\frac{dW}{dz} \right) \text{ Cos. } \sigma \right\} dW$$

so dass von dem Puncte der Obersläche an, wo W = 0 wx, wu d W = $\frac{1}{2}$ d w $\int \left\{ \left(\frac{dW}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dW}{dy} \right)^2 + \left(\frac{dW}{dz} \right)^2 \right\}$

wächst, wenn man sich von der Oberfläche entfernt. Heigh also das positive Zeichen, wenn W einen größern Weit erlangt, indem man sich außerhalb des Kürpers von de Wefläche desselben entfernt.

Wenn jener angezogne Punct, den wir vorhin als Monte der Kugel ansahen, durch Coordinaten a, b, c, besseist, so ist a — x = r Cos. φ ,

$$b - y = r \cos \varphi$$

 $c - z = r \cos \varphi$

indem φ und auf ähnliche Weise ' φ , " φ , die Winkel zwischen dem Radius und der Richtung einer Ordinate bezeichnen.

Nach einem sehr bekannten Theorem ist ferner Cos. = Cos. σ Cos. φ + Cos. σ Cos. σ + Cos. σ Cos. σ.

¹ Dieses Theorem wird so bewiesen: Man nehme auf den beiden Linien, die von dem anziehenden Puncte ausgehend als Normalinie und als Kugeldurchmesser gezogen sind, den Abstand = f auf der einen = g auf der andern von jenem Puncte an, so ist die drüßeite des Dreiecks, in welchem f, g, den Winkel τ einschließes, = t (f^2 - 2 f g Cos. τ + g^2); aber eben diese Seite läßt sich sed durch die Differenzen der Coordinaten der Endpunctes der f sind

x + f Cos. σ ; y + f Cos. σ ; x + f Cos. σ ; die Coordinaten des Endpunctes der g aber x + g Cos. φ ; y + (f Cos. φ - g Cos. φ) + (f Cos. φ - g Cos. φ) + (f Cos. φ - g Cos. φ) + (f Cos. φ - g Cos. φ) diese Werthe identisch seyn sollen, für jeden Werth von f and φ wohl 1 = Cos. φ - Gos. φ + Cos. φ +

$$= \frac{(a-x)\left(\frac{dW}{dx}\right) + (b-y)\left(\frac{dW}{dy}\right) + (o-z)\left(\frac{dW}{dz}\right)}{z \gamma \left(\left(\frac{dW}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dW}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dW}{dz}\right)^2\right)}$$

Um die Integrationen zu erleichtern, ist es, wie Gauss bemerkt, vortheilhaft, zwei andre veränderliche Größen p, q einzuführen, und x, y, z, durch sie darzustellen. Sehen wir dann den ersten Punct der krummen Fläche als durch x, y, z, den zweiten als durch

$$z + \left(\frac{dx}{dp}\right) dp; y + \left(\frac{dy}{dp}\right) dp; z + \left(\frac{dz}{dp}\right) dp;$$

den dritten als durch

$$x + \left(\frac{dx}{dq}\right) dq$$
; $y + \left(\frac{dy}{dq}\right) dq$; $z + \left(\frac{dz}{dq}\right) dq$;

den vierten als durch

$$x + \left(\frac{dx}{dp}\right) dp + \left(\frac{dx}{dq}\right) dq;$$

$$y + \left(\frac{dy}{dp}\right) dp + \left(\frac{dy}{dq}\right) dq;$$

$$z + \left(\frac{dz}{dp}\right) dp + \left(\frac{dz}{dq}\right) dq;$$

bestimmt an, so ist der Inhalt der Projection dieses Flächentheils auf die Ebene der y, z,

$$= \left| \left(\frac{\mathrm{d}\,y}{\mathrm{d}\,q} \right) \left(\frac{\mathrm{d}\,z}{\mathrm{d}\,p} \right) - \left(\frac{\mathrm{d}\,y}{\mathrm{d}\,p} \right) \left(\frac{\mathrm{d}\,z}{\mathrm{d}\,q} \right) \right| \,\mathrm{d}\,p \,\mathrm{d}q$$

und auf ganz ähnliche Weise werden die beiden übrigen Projectionen dieses Flächentheils ausgedrückt. Dieses Flächentheils

$$BD = \left(\frac{dy}{dq}\right)dq; DV = z + \left(\frac{dz}{dq}\right)dq;$$

W die Projection des vierten Punctes, also

$$BE = \left(\frac{dy}{dp}\right) dp + \left(\frac{dy}{dq}\right) dq;$$

$$EW = z + \left(\frac{dz}{dp}\right) dp + \left(\frac{dz}{dq}\right) q;$$

und der Inhalt der Projection AUWV ist

⁴ Die Richtigkeit dieses Werthes läßst sich so übersehen. Es sey A die Projection des essten Puncts, also OB=y, BA=z, U die Pro-Fig. jection des zweiten Punctes, also BC= $\left(\frac{dy}{dp}\right)$ dp; CU=z+ $\left(\frac{dz}{dp}\right)$ dp; V die Projection des dritten Punctes, also

wahre Größe aus allen drei Projectionen hergeleitet, ist

$$= dp dq \tilde{r} \left\{ \left[\left(\frac{dx}{dp} \right) \left(\frac{dy}{dq} \right) - \left(\frac{dx}{dq} \right) \left(\frac{dy}{dp} \right) \right]^{2} + \left[\left(\frac{dx}{dp} \right) \left(\frac{dz}{dq} \right) - \left(\frac{dx}{dq} \right) \left(\frac{dz}{dp} \right) \right]^{2} + \left[\left(\frac{dy}{dp} \right) \left(\frac{dz}{dq} \right) - \left(\frac{dy}{dq} \right) \left(\frac{dz}{dp} \right) \right]^{2} \right\}$$

Die Anwendung auf das Ellipsoid ist nun nicht schut

sey W = 0 =
$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} + \frac{z^2}{C^2} - 1$$
, die Gleichung für ds.

lipsoid, dessen drei halbe Axen A, B, C sind, so ist $\left(\frac{d^2}{h}\right)$

$$= \frac{2x}{A^2}; \left(\frac{dW}{dy}\right) = \frac{2y}{B^2}; \left(\frac{dW}{dz}\right) = \frac{2z}{C^2}, \text{ und wenn max} \frac{t^2}{H^2}$$

$$\frac{\mathbf{v}^2}{\mathbf{B}^4} + \frac{\mathbf{z}^2}{\mathbf{C}^4} = \psi^2 \text{ setzt, so ist Cos. } \sigma = \frac{\mathbf{x}}{\psi \mathbf{A}^2}; \text{ Cos. } \sigma = \hat{\mathbf{r}}$$

Cos. "
$$\sigma = \frac{z}{\psi C^2}$$
; Cos. $\tau = \frac{x}{\psi A^2} \frac{(z-x)}{r} + \frac{v}{\psi B^2} \frac{(b-1)}{r}$

$$+\frac{z}{\psi C^2}\frac{(c-z)}{r}$$
; indem Cos. $\varphi=\frac{a-x}{r}$ ist, Cos. $\varphi=\frac{b-1}{r}$

Cos. " $\varphi = \frac{c-z}{r}$. Die neu einzuführenden Größen p und q, wie

hier so bestimmt seyn, dass
$$x = A \cos p$$
;

y = B Sin. p. Cos. q;

z = C Sin. p. Sin. q, ist

Wenn man hier p alle Werthe von p = 0 bis p = 180° duthlausen lässt, so erhält x alle Werthe, die im Ellipsoid vorkom
men können, und y erhält alle Werthe von y = 0 bis z = C Sin, q; de
nun y sür jedes x und z einen doppelten Werth erhalten muk
und da y alle Werthe von y = B bis y = + B durchlich,
so muls q sich von q = 0 bis q = 360° ändern, und k
diese doppelten Werthe zu umstassen, und da eben das in k
ziehung auf z gilt, so sind alle doppelten Integrale von p=0
bis p = 180° und von q=0 bis q = 360° zu nehmen.

$$= AG. FU - AF. GV$$

$$= FULII - GVMH,$$

$$= \left(\frac{dy}{dq}\right) \left(\frac{dz}{dq}\right) dq - \left(\frac{dy}{dq}\right) \left(\frac{dz}{dq}\right) dq^{-dq}$$

Hier ist nun
$$\left(\frac{dx}{dp}\right) = -A \operatorname{Sin.} p$$
; $\left(\frac{dx}{dq}\right) = 0$, $\left(\frac{dy}{dp}\right)$
= B Cos. p Cos. q; $\left(\frac{dy}{dq}\right) = -B \operatorname{Sin.} p \operatorname{Sin.} q$; $\left(\frac{dz}{dp}\right) = C \operatorname{Cos.} p \operatorname{Sin.} q$; $\left(\frac{dz}{dq}\right) = C \operatorname{Sin.} p \operatorname{Cos.} q$; also ist der Inhalt
les Flächentheiles, den wir immer == d g genannt haben == d p
Left [A^2 B^2 Sin.^4 p Sin.^2 q + A^2 C^2 Sin.^4 p Gos.^2 q + B^2 C^2 Sin.^2 p
Cos.^2 p] = A B C d p d q γ $\left(\frac{z^2}{C^4} + \frac{y^2}{B^4} + \frac{x^2}{A^4}\right)$
= A B C Sin. p ψ d p d q.

Die Attraction des ganzen Körpers nach einer mit x parallelen Richtung zerlegt, ward nach dem vorigen durch (III.)

$$= \int \frac{\mathrm{d} \varsigma \, \mathrm{Cos.} \, \sigma}{\mathrm{r}}$$

ausgedrückt; also hier durch

$$\iint BC dp dq Sin. p \frac{x}{Ar}$$

$$= \iint ABC \frac{dp dq Sin. p Cos. p}{Ar} = ABC$$

aber eben diese Attraction ward auch (VL) durch

$$= -\int \frac{d\varsigma \cos \tau \cos \varphi}{r}$$

$$oder = -\iint \frac{dp \ dq \sin p \ (a-x)}{r^3} ABC$$

$$\times \left\{ \frac{x \ (a-x)}{A^2} + \frac{y \ (b-y)}{B^2} + \frac{z \ (c-z)}{C^2} \right\}$$

ausgedrückt.

Wenn man diese beiden Gleichungen auf Ellipsoide von ungleichen Axen anwendet, und deshalb statt A die veränderligche Größe α setzt, statt B und C die veränderlichen Größen β, γ, so erhellet, daß bei gleichbleibendem B und C, der Werth von ξ sich dem Null nähert, indem A oder α immer größere Werthe erlangt, die gesammte Attraction nähert sich dann dem Werthe = 0, und dies erklärt sich auch daraus leicht, weil das immer mehr, nur nach der Richtung einer Axe verlängerte Ellipsoid sich der Natur eines unendlichen Cylinders immer mehr nähert; bei einem sehr langen Cylinder aber, dessen halbe Axe = A wäre, und in welchem der angezogne Punct um die Entfernun

= I von der Mitte läge, die Stücke, deren Länge = A - li
ihre gegenseitige Attraction aufhöben, und nur erst das un m
als A - l entfernte = 21 lange Stück als wirksam anzuse
wäre, dieses aber offenbar immer desto schwächer wirkt, p
Iser A und folglich A - l ist.

Es führt zu einer besonders merkwürdigen Folgerung man diejenigen Ellipsoide näher betrachtet, in welchen einen das ist, diejenige Ellipsoide, die denselben Mittelpung und deren drei Hauptschnitte um dieselben Brennpung zuchrieben sind, deren Brennpunge nämlich um

$$\gamma (\alpha^2 - \beta^2) = D; \gamma (\alpha^2 - \gamma^2) = E; \gamma (\beta^2 - \gamma^2)$$
$$= \gamma (E^2 - D^2)$$

vom Mittelpuncte abstehn.

Es erhellet, dass durch die Veränderlichkeit von aucht veränderlich wird, da $x = A \operatorname{Sin.p}$ war, und $r \operatorname{von} x$ where $a = \int \frac{dp \ dq \ Cos.p \ Sin.p}{r}$, different und diese auf die Aenderungen von a sich beziehenden berentiale mit b bezeichnen, so ist

$$\alpha \delta \xi + \xi \delta \alpha = - \iint \frac{\mathrm{d} p \, \mathrm{d} q \, \mathrm{Cos.} p \, \mathrm{Sin.} p \, \delta r}{r^2}$$

und es ist, wenn alle drei Axen die Aenderungen leiden, welche dem constanten Werthe der $\alpha^2 - \beta^2$ und $\alpha^2 - \gamma^2$ gemäß sind, $r \delta r = -(a - x) \delta x - (b - y) \delta y - (c - z) \delta z = -(a - x)$ Cos. p $\delta u - (b - y)$ Sin. p Cos. q $\delta \beta - (c - z)$ Sin. p Sin. p Sin. q δf

$$= -(a-x)\frac{x}{\alpha}\delta\alpha - (b-y)\frac{y\delta\beta}{\beta} - (c-z)\frac{z\delta\gamma}{\gamma}$$

$$= -\alpha\delta\alpha\left\{\frac{(a-x)x}{\alpha^2} + \frac{(b-y)y}{\beta^2} + \frac{(c-z)z}{\gamma^2}\right\}$$

weil $a \delta a = \beta \delta \beta = \gamma \delta \gamma$ seyn sollte, also ist

$$a\delta\xi + \xi\delta a = \delta a \iint \frac{dp, dq. \times \sin p. U}{r^3}$$

wenn
$$U = \frac{(a-x)x}{a^2} + \frac{(b-y)y}{\beta^2} + \frac{(c-z)z}{\gamma^2}$$

ist. Der oben gesundene zweite Werth für & war

$$= -\iint \frac{\mathrm{d}\,\mathrm{p.\,d}\,\mathrm{q.\,Sin.\,p.\,(a-x)\,\,U}}{\mathrm{r}^3},$$
also $\xi \,\delta \alpha = -\delta \,\alpha \iint \frac{\mathrm{a}\,\mathrm{U}\,\mathrm{d}\,\mathrm{p}\,\mathrm{d}\,\mathrm{q}\,\mathrm{Sin.\,p.}}{\mathrm{r}^3} +$

$$+ \delta \alpha \iint \frac{x U dp. dq. Sin.p}{r^3}$$

o, wenn man dieses von dem Werthe des $(a \delta \xi + \xi \delta a)$ subhirt, bleibt $a \delta \xi = \delta a \int \frac{dp. dq. aU. Sin. p}{r^3}$.

Aber, wenn man aus der Gleichung (IV.), vermöge weler $\int \frac{d\varsigma \cos \tau}{r^2}$ entweder = 0 oder = -4π war, je nachm der angezogne Punct außerhalb oder innerhalb lag, hier $BC \iint \frac{dp \ dq \ Sin. p}{r^3} \left(\frac{x(a-x)}{A^2} + \frac{y(b-y)}{B^2} + \frac{z(c-z)}{C^2}\right)$: 0 oder = -4π setzt, so ist erstlich, wenn der angezogne inct außer dem Körper liegt, weil die letzte Formel jetzt $\beta\gamma \iint \frac{U \ Sin. p \ dp \ dq}{r^3} = 0 \text{ ist, } \alpha \delta \xi = 0, \text{ also } \xi = \text{Con-}$ ans, und zweitens, wenn der angezogne Punct innerhalb liegt,

$$a \delta \xi = -\frac{4\pi a \delta a}{a \beta \gamma}$$
, das ist $\delta \xi = -\frac{4\pi a \delta a}{a^2 \beta \gamma}$.

ie erste dieser Gleichungen zeigt, dass ξ constant bleibt, oder als die Attraction auf einen ausserhalb liegenden Punct nach der ichtung der x, welche \Longrightarrow ABC. ξ war, der ganzen Masse proortional ist, für alle Ellipsoide, deren drei Hauptschnitte Ellipson um unveränderliche Brennpuncte beschrieben, sind; und ieser Satz gilt offenbar auch noch, wenn der angezogne Punct 1 der Oberstäche des Sphäroides selbst, oder dieser unendlich tahe liegt.

Soll also für ein gegebenes Ellipsoid die Attraction auf eiten außerhalb liegenden Punct, dessen Coordinaten a, b, c sind, sestimmt werden, so suche man erstlich ein um eben die Brennuncte der Hauptschnitte beschriebnes Ellipsoid, dessen Oberläche durch jenen Punct geht, und bestimme dann zweitens lieses Ellipsoids Attraction auf den Punct in seiner Oberfläche. Im das erste zu thun, sey α des neuen Ellipsoids halbe Axe, und $\beta = \gamma$ ($\alpha^2 - A^2 + B^2$) = γ ($\alpha^2 - D^2$); $\gamma = \gamma$ ($\alpha^2 - A^2 + C^2$), = γ ($\alpha^2 - E^2$), werden, wegen der vorausgesetzten Uebereinstimmung der Brennpuncte, die beiden andern halben Axen; zugleich aber soll $\frac{a^2}{\alpha^2} + \frac{b^2}{\alpha^2 - D^2} + \frac{c^2}{\alpha^2 - E^2} = 1$, seyn, oder $\alpha^6 - \alpha$ ($D^2 + E^2 + a^2 + b^2 + c^2$) + α^2 ($D^2 E^2 + a^2$ ($D^2 E^2 + a^2$) + α^2 ($\alpha^2 + \alpha^2$) = 0. Diese Glei-

chung giebt nur eine mögliche Wurzel für a2 und bestimm ! das gesuchte Ellipsoid.

Es fehlt nun noch, dass die Attraction des Ellipseld einen in seiner Obersläche liegenden Punct bestimm va Hierfür erhalten wir, vermittelst der Gleichung

$$\delta\xi = \frac{-4\pi a \delta a}{a^2 \beta \gamma},$$

wenn wir für β , γ ihre Werthe setzen,

$$\delta \xi = \frac{-4\pi \, a \, \delta u}{a^2 \, \gamma \, [u^2 - D^2] \, \gamma \, (u^2 - E^2)}$$

eine Formel, die freilich nur durch Reihen kann integritise

Diese Formel giebt sür die gesammte Attraction nache Richtung der x

ABC
$$\xi = -4\pi$$
 a ABC $\int \frac{d\alpha}{\alpha^2 \Upsilon(\alpha^2 - D^2) \Upsilon(\alpha^2 - F)}$ und wenn man hier $\frac{A}{\alpha} = t$; $-\frac{A d\alpha}{\alpha^2} = dt$ setzt diex $\frac{d\alpha}{\alpha^2}$ traction $X = 4\pi\pi$. BC $\int \frac{dt}{\alpha^2 \Upsilon(1 - \frac{D^2}{\alpha^2}) \Upsilon(1 - \frac{F}{\alpha^2})} \frac{dt}{(1 - \frac{F}{\alpha^2})}$ $X = \frac{4\pi\pi}{A^2} \frac{BC}{\Upsilon[1 + t^2(1 - \frac{B^2}{A^2})] \Upsilon[1 - t^2(1 - \frac{F}{\alpha^2})]}$

und hier zeigt sich, dass bei gegebenem a, das ist bei gegebene Lage des angezogenen Punctes gegen den Mittelpund des Elle 'soides diese ganze Attraction einerlei bleibt, wenn das Aus-Verhältnis $\frac{\mathrm{B}}{\mathrm{A}}$, $\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{A}}$ unverändert bleibt; denn das von t=0t=1 genommene Integral ändert seinen Werth nur, wenn im

Verhältnisse sich ändern.

Diese Integration giebt nun anch den Werth der mit 1 F rallelen Attraction, wenn der angezogne Punct auf der 0600 che des Sphäroids selbst liegt und in Beziehung auf die Amzén gegen den außerhalb liegenden Punct mitsten wir nur de de wendung auf dasjenige Ellipsoid machen, dessen Axe a wir str hin durch die cubische Gleichung bestimmten. Und so ist de Problem aufgelöset, indem wir zuletzt die Attraction nach Ver hältnis der Massen gehürig herabsetzten. Beim Spharoid ist = A, wenn es ein um die Axe = 2 C rundes Sphäroid ist, also

$$X = \frac{4\pi \alpha C}{A} \int_{\gamma}^{\frac{t^2 dt}{1 - \frac{E^2}{A^2} t^2}} \frac{t^2}{1 - \frac{E^2}{A^2} t^2}.$$

S sey
$$\frac{E}{A}$$
 t = Sin. ω , also
$$X = \frac{4\pi \text{ a C A}^2}{E^3} \int \text{Sin.}^2 \omega \ d\omega$$

$$= \frac{4\pi \text{ a C A}^2}{E^3} \int d\omega \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \text{ Cos. } 2\omega\right),$$

$$= \frac{2\pi \text{ a C A}^2}{E^3} \left[\omega - \frac{1}{2} \text{ Sin. } 2\omega\right],$$

oder da das Integral von t = 0 bis t = 1 genommen werden soll? so mufs man für das vollständige Integral Sin. $\omega = \frac{E}{A}$ setzen, so dafs die Attraction auch $= \frac{2\pi \text{ a Cos. } \omega}{\sin^3 \omega} \quad (\omega - \frac{1}{4} \text{ Sin. } 2 \, \omega)$ ist. Würe C > A, so liefse sich das alsdann logarithmische Integral auch leicht finden.

Die Attractionen parallel mit den beiden übrigen Axen werden nun auch leicht dargestellt.

5. Auf die Gesetze der Gravitation gründet sich auch die Bestimmung der Massen der Planeten in Vergleichung gegen die Masse der Sonne. Indem wir nämlich annehmen, daß die Attraction in gleichen Entfernungen nur der Masse des anziehenden Körpers proportional sey, so haben wir nur nöthig, aus den Bewegungen der Monde eines Planeten zu bestimmen, wie groß seine Attraction in gegebener Entfernung ist.

Da wir die Bahnen der Planeten und der Monde als Kreise ansehen dürfen, so ist für einen in der Entfernung = r' von der Sonne laufenden Planeten dessen Umlaufszeit = T' ist, die Grö-

Ise der Attraction $^2=\frac{2\,\pi^2\,r'}{g\,T'^2}$, und eben diese Attraction würde in der Entfernung $r''=\frac{2\,\pi^2\,r'^3}{gr''^2\,T''^2}$ seyn. Gesetzt nun ein Mond bewege sich in der Entfernung = r'' um den Jupiter in der Zeit = T'', so wäre des Jupiters Anziehungskraft in der Entfernung r'', = $\frac{2\,\pi^2\,r''}{g\,T'''^2}$; also die Attraction der Sonne zu der des Jupiter

¹ Art. Centralbewegung. Th. II. S. 64

=\frac{r'^3}{T'^2} \cdot \frac{r''^3}{T''^2} \text{ oder die Massen verhalten sich direct wie die C der Abstände und umgekehrt wie die Quadrate der Umlanten der um den anziehenden Körper laufenden Planeten Monde. Wäre der Abstand des Mondes von der Erde \frac{1}{400} \text{ des Abstandes der Erde von der Sonne, und die 2 nes Mond-Umlaufs genau gleich \frac{1}{13} \text{ eines Jahres, so wär Masse der Sonne : Masse der Erde

 $=\frac{400^3}{13^2}:1=378698:1.$

Genauere Bestimmungen geben sie 1 = 334936 : 1.

Eben diese Bestimmung der Messe findet bei Jupiter, turn und Uranus statt, weil sie Monde zu begleiten haben? Masse der übrigen Planeten kann nur durch die von ihnen geübten Störungen bestimmt werden.

Die Masse der Erde und ihre mittlere Dichtigkeit in fe gleichung gegen die Dichtigkeit des Wassers hat man an m schiedene Weise durch Beobachtung der von irdischen Gest ständen ausgeübten Attractionen zu bestimmen gesucht².

В.

Gröfse.

Scheinbare Größe, magnitudo apparens, Grandeur apparente, apparent magnitude, eine Gegenstandes ist die scheinbare Entfernung seiner äußersten Grazen von einander. Bezieht man den Ausdruck scheinbare Größe auf Kugeln oder überhaupt auf Korper, die sich um kreiförmig zeigen, so wird die scheinbare Größe durch den scheinbaren Durchmesser bestimmt, das ist durch den Winkel, welchen zwei von den entgegengesetzten Enden des Durchmessen nach unserm Auge gezogene gerade Linien mit einander machen. Beziehen wir den Ausdruck auf andere Gegenstände, so

¹ So hat LAPLACE sie in der 1824 erschienenen 5ten Ausgabe d Expos. du syst. du monde.

² Vgl. Art. Erde. Th. HI. 8. 940.

nbare Größe genommen werden soll. Die scheinbare Länge geraden Linie ist der Winkel, welchen die von beiden nuncten derselben an das Auge gezogenen geraden Linien imander machen; dieser Winkel kann, selbst bei gleichbleier Entfernung vom Auge, sehr ungleich seyn, je nachdem Linie einen rechten oder spitzen Winkel mit der vom Auge in treffenden Linie macht, und unser Urtheil über die wahre ge der Linie bleibt daher aus doppeltem Grunde unsicher, in wir weder die Entfernung noch die Lage der gera-Linie gegen die Gesichtslinie näher kennen. Der Winkel, wir so bestimmen, heißt anch der Sehewinkel (angulus onis.)

Um die genaue scheinbare Größe eines Gegenstandes zu beumen, muß man sich daher eines Winkelmessers bedienen,
sie in Graden, Minuten und Secunden angeben. Die so
fig vorkommenden Angaben, daß der Durchmesser einer am
amel baobachteten Feuerkugel oder andern Erscheinung eine
groß erschienen sey, und ähnliche Bestimmungen sind ganz
rauchbar, da eine Elle in 12 Zoll Entfernung vom Auge eine
z andre scheinbare Größe, als in 12 Fuß Entfernung hat,
. w.

Wenn es Gegenstände sind, deren Größe und Lege man ant, so lässt sich aus der scheinbaren Größe die Entsernung timmen, und hierauf gründet sich sehr oft die Entsernungstimmung nach dem Augenmaase, wenn man für sein Auge Entsernung weißs, wo man noch die einzelnen Dachziegel den Häusern, oder ähnliche Gegenstände erkennt. Dass auch angewandt, das Augenmass trügen kann, indem wir zuweisbei reiner Lust selbst in bedeutender Entsernung kleine Genstände unterscheiden, die wir zu andrer Zeit nicht erkennen, bekannt; indes ist diese Benutzung der scheinbaren Größer Bestimmung der Entsernungen doch eine an sich nicht untitige.

Die scheinbare Größe eines Gegenstandes ist also in jeder age eine völlig bestimmte, die sich aus der Entfernung, Lage ad wahren Größe des Gegenstandes berechnen läßt. Hat eine srade Linie eine solche Lage, daß die nach ihrer Mitte vom uge aus gezogene Gesichtslinie ale senkrecht trifft, so ist die IV. Bd.

Tangente der halben scheinbaren Länge Halbe wahre Länge

Entfernung der Mitte vom Auge

Einer Kugel scheinbare Größe = φ ist so bestimm.

Tang. $\frac{1}{4} \varphi = \frac{R}{A}$ ist, wenn A den Abstand des Mittelpus Auge und R den Halbmesser der Kugel bedeutet.

Aber so fest bestimmt dieser wahre Worth der scheinger Größe ist, so wenig bestimmt ist dagegen unser Unterscheinbare Größe, wenn wir diese nicht abmessen, sonderunserm Auge trauen, worauf dann eine Menge der sogest Augentäuschungen beruhen. Indem aber die Untersuchst über scheinbare Größe und Entfernung der Gegenständer die Art, wie wir beide wechselseitig zur Beurtheilung das zen Größe und Entfernung benutzen und die hierbei unversichen Augentäuschungen, bereits im Artikel Gesicht mitgest sind, so übergehe icht dieses hier mit Stillschweigen.

Die Beurtheilung der scheinbaren Grosse eines im Forohre gesehenen Gegenstandes ist ähnlichen Täuschungen 1887 worfen, als diejenigen sind, welche beim unbewaffneten Ang statt finden, indem uns dabei gleichfalls eine Bestimmung der Entfernung der Gegenstände fehlt. Wenn man jemmee, der selten durch Fernrohre gesehen hat, einen sehr entienten Gegenstand etwa in einem 20 mal vergroßernden Femolie wigt, so hort man oft das Urtheil: ich sehe mit blossen Angen fest oben so gut. Diese Beobachter erwarten nämlich, dals sie seht kleine Theile des entfernten Gegenstandes noch dentich sehes müsten, was doch wegen mangelnder Erleuchtung und weges der Dünste in der Luft nicht in dem Grade möglich ist, west die Gegenstände sehr entfernt sind; daher schätzt ein meeine Beobachter den Werth einer 15 maligen oder 20 maligen Ver größerung am besten, wenn man das Fernrohr auf Gegentine richtet, die 3000 oder 4000 Pus entfernt sind, weil er di wahr wird, dass jeder kleine Theil des Gegenstandes sich sol in überraschender Deutlichkeit seigt. Noch mehr wird ein ihr sches Urtheil über die Vergrößerung sichtlich; wenn man Hie melskörper durch ein stark vergrößerndes Fernrohr betreit De man hier den Gegenstand ganz isolirt sicht, und keine Ver gleichung mit derjenigen scheinburen Große; welche des blate

nge zeigt, mzustellen pflegt, so schätzt man gewöhalich die ergrößerung schwächer als sie ist, indem man glaubt, daß eine ergrößerung von 50 mal, 80 mal im Durchmesser, einen viel rößern Eindruck machen müßte. Das beste Mittel, um sich a von der wirklich statt findenden scheinbaren Größe zu übereugen, ist, daß man mit dem einen unbewaffneten Auge auf Gegenstände vor dem Fernrohre sieht, während man mit dem antern Auge den Mond oder einen Planeten im Fernrohre betrachtet; wenn man da sieht, daß der im Fernrohre gesehene Mond die ganze mit bloßem Auge gesehene Wand bedeckt, daß die Venus eben so groß erscheint als ein erheblich großer Kreis, den man etwa an der Wand befestigt, so gelangt man zu einer richtigen Schätzung der im Fernrohre erscheinenden scheinbaren Größe.

Grundkräfte; S. Kräfte.

Grundlage,

salzfähige; base salisiable; salisiable basis. Hierunter ist ein jeder den Sauren mehr oder weniger entgegengesetzter Körper zu verstehen, welcher fähig ist, sich mit ihm zu vereinigen, ihren sauren Charakter mehr oder weniger aufzuheben, und eine mehr neutrale Verbindung, die man dann Salznennt, damit zu erzeugen. Diese salzsähigen Basen, oder Salzbasen sind theils unorganische Verbindungen, wie Ammoniak und viele Metalloxyde (welche noch in fixe Alkalien, Erden und salzsähige schwere Metalloxyde getheilt werden können) theils organische Verbindungen, die bereits Th. I S. 284 genannt sind.

Grundlage, säurefähige; base acidifiable; acidifiable basis. Hierunter versteht man 1. jeden einfachen oder zusammengesetzten Körper, welcher mit Sauerstoff eine oder mehrere Säuren bildet (Schwefel, Cyan, Arsenik); 2. wenn man in den Wasserstoffsäuren den Wasserstoff als das säuernde Princip ansieht, so sind auch alle Stoffe, welche mit Wasserstoff eine Säure bilden, als säurefähige Basen zu betrachten, z. B. (Chlor, Cyan, Tellur); sieht man umgekehrt in diesen Säuren die elektronegativen Stoffe als die säuernden an, so ist dann der

Wasserstoff als die säurefähige Grundlege im allen Wassers anzunehmen.

Grundlage, wägbare; base ponderahle derable basis. Da alle elastische Flüssigkeiten Verb der Wärme mit einem wägbaren Stoffe sind, so und man diese wägbaren Bestandtheile eines joden Gases e Namen: wägbare Basis.

Ende des vierten Bandes

ì ţ ı

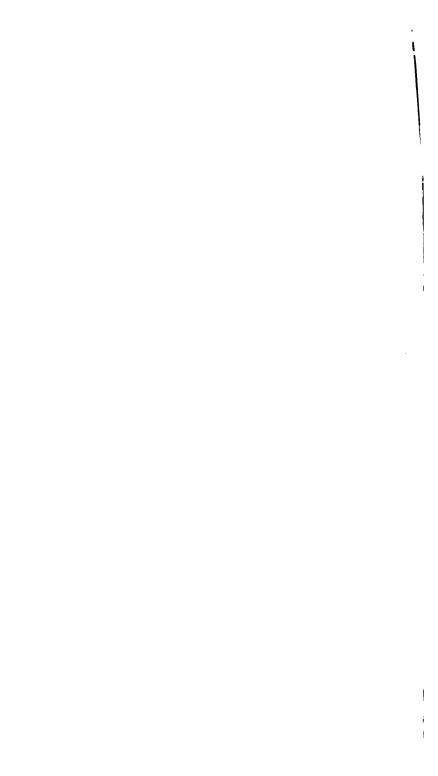
-













BK 2001